







**ESEN-CPS-BK-0000001129-ESE**

**472904**





# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس - القاهرة ج.م.ع - ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والثلاثون - العدد الأول ١٩٩٦

ردم ١١١٠ - ١٢٥٣

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التي تسهم في رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة ABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التي تنشر وهي تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين. ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفي سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا في حالات استثنائية وسيصغر أى منحنى إلى تلك المقاسات .
- ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

## اشتراكات المجلة :

- داخل البلاد :
  - الاشتراك السنوى للمهندسين ٢٠ جنيهاً
  - الاشتراك السنوى لغير المهندسين ٥٠ جنيهاً
  - الاشتراك السنوى للهيئات ٥٠٠ جنيهاً

## ● بالخارج :

- للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .
- وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنوياً .
- وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .
- وتعطى اولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

## هيئة تحرير المجلة

رئيس التحرير

دكتور مهندس / مصطفى الحفناوى

نائب رئيس التحرير

دكتور مهندس / محمد فهم صقر

امين الصندوق وسكرتير التحرير

دكتور مهندس / عبد الرازق عبد الحليم

## اعضاء

دكتور مهندس / احمد خالد علام

دكتور مهندس / توفيق عبد الجواد

دكتور مهندس / حامد حسنين عامر

دكتور مهندس / صلاح السبكى

مهندس / عبد الملك العصفورى

دكتور مهندس / على محمد كامل

دكتور مهندس / محمد زكى حواس

دكتور مهندس / محمد العدوى ناصف

دكتور مهندس / محمد محمد الهاشمى

دكتور مهندس / محمود ابو زيد

دكتور مهندس / محى الدين سليم



## محتويات العدد

### القسم العربى :

- تطور صناعة البترول المصريه ، فى مجال إنتاج واستخدام الغاز الطبيعى ومشتقاته

د.م. حمدى النبى ..... ٣

- رؤية فى التجمعات العمرانية الجديدة فى مصر -  
السلبيات والإيجابيات

د. عبد الغنى شعبان عبد العظيم ..... ٦

- البناء بالحجر بدون استعمال مواد لاصقه

د. ممدوح كمال احمد شعبان ..... ٢٧

- المقومات الطبيعية والعمرانية للسياحة فى دولة قطر

أ.د. اسماعيل عامر ..... ٤٤

- التجمعات العمرانية فى إطار تقييم السياسة القومية  
للتنمية الحضريه

د. مصطفى محمد الدينارى ..... ٦٥

### القسم الأفرنجى :

- تقدير الزمن اللازم لتفريغ الخزانات الاسطوانية المتصلة  
بالمواسير

د. حلمى حتوت

د. احمد إبراهيم العمود

د. فوزى سعيد محمد ..... ٣

- تمييز خواص أطوار الليثو لصخور الخزانات باستخدام  
تسجيلات الآبار المركبه

د. غريب مصطفى حمادة ..... ٩

- دراسة نظرية عن أداء مضخات رفع المياه الهوائية

د. كمال احمد عابد ..... ١٤

- تقييم جديد لمجفف المنتجات الزراعيه

د. نجوى محمد يوسف خطاب ..... ١٩





## تطور صناعة البترول المصريه فى مجال إنتاج واستخدام الغاز الطبيعى ومشتقاته

د. م. حمدى النبى  
وزير البترول

تناولنا فى أعداد مجلة "البترول" سبتمبر ، أكتوبر ١٩٩٤ ، وفبراير ١٩٩٥ تطور صناعة البترول فى مجالات الاستكشاف والإنتاج ، والتكرير والتصنيع ، والنقل والتوزيع .

وفى هذا العدد نختتم تطور مراحل صناعة البترول المصرية باستعراض تطور إنتاج واستخدام الغاز الطبيعى الذى يمثل بالنسبة لمصرنا العزيزة أمل المستقبل كمصدر نظيف للطاقة . وتجدر الإشارة إلى أن صناعة الغاز الطبيعى ، ورغم أنها جزء من صناعة البترول ، إلا أنها صناعة متكاملة تشمل المراحل الثلاث التى سلفت الإشارة إليها مع اختلاف فى التفاصيل ، حيث يتم البحث عن مكامن للغاز، وفى حالة تواجدها بكميات اقتصادية يتم تنميتها وإعدادها للإنتاج ، ثم تأتى مرحلة إعداد الغاز للاستخدام ، ثم مرحلة النقل والتوزيع.

التسعينات تعديل طريقة تسعير الغاز فى اتفاقيات الالتزام ، وذلك بربطه بالزيت الخام (خام خليط خليج السويس ) بدلا من ربطه بالمازوت.

ثانيا : استغلال الغاز المصاحب لإنتاج الزيت الخام بدلا من حرقه ، وذلك من خلال إنشاء مشروعات لتجميع هذه الغازات وتوجيهها لخدمة الاقتصاد القومى.

وقد كان أول هذه المشروعات هو مشروع تجميع غازات حقول خليج السويس الذى تم تشغيله على مرحلتين ، الأولى فى عام ١٩٨٣ بطاقة قدرها ٨٠ مليون قدم<sup>٣</sup>/يوم ، والثانية فى عام ١٩٨٧ حيث ارتفعت الطاقة الإنتاجية إلى ١٦٠ مليون قدم مكعب / يوم.

ثم تلى ذلك العديد من المشروعات التى تم تنفيذها بمناطق إنتاج الزيت الخام مثل سيناء وخليج الزيت ، وقد كان أحدث هذه المشروعات مشروع غازات عبر الخليج الذى تم افتتاحه فى أواخر عام ١٩٩٤ بطاقة قدرها ١٠٧ مليون قدم<sup>٣</sup>/يوم.

وتجدر الإشارة إلى أن هذا المشروع تم تصميمه وتنفيذه بأيدى مصريه ، كما يتم تشغيله بمعرفة شركة بترول خليج

تطورت صناعة الغاز الطبيعى فى مصر تطورا هائلا فى فترة قياسية من الزمن ، حيث تم فى أواخر الستينات اكتشاف الحقول الغازية الأولى فى مصر ، فى مناطق أبو ماضى وأبو قير وأبو الغراديق كأحد ثمار اتفاقيات المشاركة التى أبرمتها الدولة مع بعض الشركات العالمية فى أوائل الستينات . وبدأ استخدام إنتاج هذه الحقول كأحد مصادر الطاقة فى منتصف السبعينات ، ثم شهد عقد الثمانينات نمواً سريعاً فى الطلب على الطاقة فى البلاد لدفع عجلة التنمية فى مختلف المجالات ، مما شكل ضغطاً شديداً على احتياطييات الزيت الخام ، وهنا ظهرت خاصية الديناميكية التى يتميز بها قطاع البترول ، أى الحركة الدائمة إلى الأمام ، حيث تبنى القطاع فى هذه الفترة سياسة ذات محاور متعددة تمثلت فيما يلى :

أولا : تشجيع الشركات على الاستثمار فى عمليات الكشف عن الغاز وتنميته وإنتاجه من خلال تطوير اتفاقيات الالتزام بإدخال نص جديد يسمح بمعاملة الغاز نفس معاملة الزيت الخام فيما يتعلق باسترداد النفقات واقتسام الإنتاج ، وفى نفس الاتجاه ، ولمزيد من تشجيع هذه الشركات على الاستثمار فى هذه الصناعة ، ولمواكبة تطور قوانين حماية البيئة ، تم فى أوائل



السويس (جابكو) .

وتعتبر هذه المشروعات من الركائز الأساسية في توفير احتياجات البلاد من الغاز الطبيعي - حيث ساهمت حالياً في توفير أكثر من ١٥٪ من إجمالي الغاز المنتج بالبلاد - فضلاً عن أنها تتيح الاستخدام الأمثل لهذه الثروة الطبيعية .

ثالثاً : تهيئة السوق المحلي لاستخدام الغاز وتشجيع عمليات إحلال الغاز محل الوقود المستخدم في الصناعات والأنشطة القائمة ، بالإضافة إلى تشجيع استخدام الغاز كمادة أولية في عديد من الصناعات ، مثل الأسمدة والبتروكيماويات والحديد والصلب وغيرها ، وذلك بهدف تعظيم العائد الاقتصادي منه .

رابعاً : إنشاء العديد من مصانع فصل البوتاجاز عن الغاز لتوفير احتياجات الاستهلاك المحلي من هذا المنتج الحيوى حيث أصبح البوتاجاز المنتج من الغاز الطبيعي يساهم حالياً في تغطية حوالى ٧٠٪ من استهلاك البلاد من البوتاجاز .

خامساً : تدعيم وسائل نقل الغاز الطبيعي من مناطق إنتاجه إلى مناطق استهلاكه بتطوير خطوط النقل من مجموعة من الشبكات المنفصلة في أوائل الثمانينات ، يتم مراقبة تشغيلها والتحكم فيها من خلال مراكز مراقبة منفصلة ، إلى شبكة موحدة تعرف حالياً بالشبكة القومية للغاز ، تبلغ أطوالها حالياً حوالى ٢٦٠٠ كم طولى تقوم بتغذية ٨٠ مستهلكاً رئيسياً مما يضمن مرونة التشغيل واستمرارية تدفق الغاز دون عوائق حتى في ظروف القوة القاهرة ، وهو أمر من الأهمية بمكان بالنسبة للقطاعات المستخدمة للغاز ، وبصفة خاصة حيث يستخدم كمادة خام .

سادساً : إحلال الغاز تدريجياً محل البوتاجاز في القطاع المنزلى ، وذلك في المناطق التى يمكن مد شبكات خطوط الأنابيب بها وعمل التوصيلات داخل المنازل .

ولقد كان من ثمار هذه السياسة متعددة المحاور ما يلى :

\* تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعي كمصدر رئيسى من مصادر الطاقة ، حيث ارتفعت نسبة مساهمة الغاز في إجمالي استهلاك البلاد من المنتجات البترولية والغازات من ١٤٪ في عام ١٩٨٠/١٩٨١ إلى ٣٤٪ في عام ١٩٩٣/١٩٩٤ ، ولم

يكن ذلك ممكناً إلا من خلال العمل الدؤوب لإضافة طاقات إنتاجية جديدة للغاز ومشتقاته سنوياً ، حيث ارتفع إنتاج الغاز الطبيعي من ٨٥ بليون قدم<sup>٣</sup> في عام ١٩٨١/٨٠ إلى ٤٢٠ بليون قدم<sup>٣</sup> في عام ١٩٩٤/٩٣ بزيادة نسبتها ٤٠٠٪ تقريباً ، كما صاحب ذلك زيادة في إنتاج البوتاجاز خلال نفس الفترة من ٧٣ ألف طن إلى ٨٠٠ ألف طن ، أى تضاعف أكثر من عشر مرات ، وبذلك يصبح إجمالي البوتاجاز المنتج بالبلاد من حقول الغازات ومعامل التكرير حوالى ١,٢ مليون طن عام ١٩٩٣/١٩٩٤ .

\* بلغ إجمالي ما تم استهلاكه من ألباز ومشتقاته ، منذ بدأ استخدامه في مصر عام ١٩٧٥ حتى نهاية ديسمبر ١٩٩٤ ، حوالى ٨٧٥ مليون برميل زيت مكافئ ، كما بلغت تكلفة الاستثمارات المنفذة في هذه الصناعة خلال نفس الفترة حوالى ٢,٨ مليار دولار .

\* حدوث طفرة كبيرة في الاحتياطات المؤكدة للألباز حيث ارتفع الاحتياطى المتبقى في خلال العشر سنوات الماضية من ٨ تريليون قدم<sup>٣</sup> إلى ٢١ تريليون قدم<sup>٣</sup> بزيادة نسبتها ١٦٠٪ .

\* الانتهاء من توصيل الألباز الطبيعي لعدد ٦١٦ ألف وحدة سكنية من خلال شبكة ضخمة من خطوط الأنابيب تبلغ أطوالها حالياً ٩٥٠٠ كيلو متر ، مع استمرار الجهود لتوصيل الألباز إلى مزيد من الوحدات السكنية .

\* مساندة إنجازات قطاع الكهرباء خلال الخمسة عشر عاماً الماضية بتوفير الألباز الطبيعي كوقود لتوليد الطاقة الكهربائية . ويعتبر قطاع الكهرباء المستهلك الرئيسى للألباز بنسبة ٦٥٪ من إجمالي الاستهلاك ، وقد حل الألباز تدريجياً محل الوقود السائل بحيث أصبح يمد المحطات الحرارية بحوالى ٨٠٪ من احتياجاتها من الوقود لتوليد الكهرباء .

\* وأخيراً ، ولعله من أهم ثمار وإنجازات السياسة التى يتبناها قطاع البترول في مجال صناعة الألباز ، هو تحقيق مزايا بيئية إضافية نتيجة لاستخدام الألباز كبديل للعديد من المنتجات البترولية السائلة - تتمثل في انخفاض نسبة العوادم المنبعثة عن احتراقه بالمقارنة بأنواع الوقود الأخرى ، فالألباز الطبيعي لا يحتوى على شوائب كبريتية تسبب الأمطار الحمضية



جديدة تتولى إنشاء خطوط لنقل الغاز كجزء من الشبكة القومية ، وذلك للمساهمة في تنمية الاكتشافات الصغيرة ، خصوصاً في مناطق الصحراء الغربية ، حيث تحجم الشركات عن تنميه هذه الاكتشافات لضخامة الاستثمارات اللازمة لنقل الغاز إلى مناطق الاستهلاك.

\* مزيد من التوسع في الاستخدامات التقليدية للغاز للاستفادة من مزاياه الاقتصادية والبيئية .

\*فتح مجالات جديدة لاستخدامات الغاز كاستخدامه كوقود في وسائل النقل وأعمال التكييف المركزى فى وحدات الإسكان الإدارى ، ويتم حالياً تنفيذ استخدام الغاز فى هذه المجالات كمشروعات تجريبية لتعميمها فى المستقبل.

ويتضح مما سبق أن صناعة الغاز الطبيعى فى مصر أصبحت تلعب دوراً هاماً فى خدمة الاقتصاد القومى حيث تسهم فى :

- ١ - تلبية الطلب المتزايد على الطاقة وإتاحة الفرصة لتصدير كميات أكبر من الزيت الخام والمازوت وما يمثله ذلك من زيادة فى موارد الدولة من النقد الأجنبى.
- ٢ - تدعيم الصناعات الاستراتيجية التى تعتمد على الغاز الطبيعى كمصدر للمادة الخام والطاقة فى نفس الوقت مثل صناعة الأسمدة الأزوتية ، والحديد والصلب، والبتروكيماويات .
- ٣ - توفير مصدر نظيف للطاقة يشارك فى المحافظة على البيئة وخفض معدلات التلوث.

وتلوث التربة والمياه الجوفية ، كما أن نتائج احتراقه من أكاسيد النيتروجين وثانى أكسيد الكربون (الذى يساهم بالدرجة الأولى فى ظاهرة الاحتباس الحرارى ) تقل فى الغاز الطبيعى عنها فى أنواع الوقود الأخرى .

### أهداف مستقبلية

بعد أن تحدثنا عن الماضى والحاضر ، حيث تم إرساء دعائم صناعة الغاز الطبيعى فى مصر على أسس قوية ، فإن قطاع البترول بخصائصه المتميزة لا يمكن أن يكتفى بما تحقق، وإنما ينظر دائماً إلى الأمام ، ومن أهم الأهداف التى يسعى قطاع البترول إلى تحقيقها فى المستقبل :

\*مزيد من الجهود للكشف عن احتياطات جديدة للغاز ، ويجرى حالياً إعداد مجموعة من اتفاقيات الالتزام البترولية لاعتمادها من السلطات المختصة للسماح لعدد من الشركات العالمية للعمل فى مناطق الدلتا ومياه البحر الأبيض المتوسط ، وهى من المناطق ذات الاحتمالات الغازية العالية ، بالإضافة إلى الاستمرار فى جهود التنمية لمواجهة الطلب المحلى المتزايد على الغاز وتحقيق الاكتفاء الذاتى منه ، وتوفير قدر مناسب للتصدير . ويخطط القطاع لتحقيق هذا الهدف فى عام ٢٠٠٠/١٩٩٩ حيث من المتوقع كما تشير الدراسات أن يبلغ الطلب المحلى على الغاز فى ذلك الوقت ١٩٢٠ مليون قدم<sup>٣</sup>/يوم مقابل ١٢٥٠ مليون قدم<sup>٣</sup>/ يوم.

\* البدء من الآن فى إعداد صناعة الغاز لمرحلة التصدير من خلال تطوير الشبكة القومية للغاز ، ويشمل ذلك إنشاء شركة



## رؤية فى التجمعات العمرانية الجديدة بمصر السلبيات والإيجابيات

د. عبد الغنى شعبان عبد العظيم \*

### ١- العمران المصرى

تعالى التنمية العمرانية العديد من الاختلالات التى تعرقل النمو الذاتى لها ، ومن هذه الاختلالات وأكثرها فداحة هو الاختلال القائم بين الحجم السكانى والمساحة الأرضية المستغلة.

وقد تمخض النمو السكانى السريع مع محدودية المسطحات المستغلة ، عن المشاكل الاقتصادية والاجتماعية الخطيرة التى يعانى منها المجتمع المصرى ، ولا شك أن عدم التوازن القائم بين حجم السكان والمساحة الأرضية يمثل تحديا واضحا أمام المخطط الاقتصادى والعمرانى .

فقد حقق النمو السكانى طفرة كبيرة فى حين لم تتغير المساحة السكانية والزراعية والمحصولية بنفس نسب التغير التى طرأت على النمو السكانى ، وتجدر الإشارة إلى أن الأعداد السكانية التى تجاوزت ٥٦ مليون نسمة وفقا لبيانات الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء فى ١٩٩٣/٧/١ ، والتى تتزايد بأكثر من مليون نسمة كل عام ، مازالت تشغل مساحة لا تتعدى ٥,٥% من المساحة الكلية حتى وقتنا الحاضر ، ومازالت تستمد قوتها من زراعة ٦ مليون فدان .

ومن المشاكل الأساسية التى تواجه التنمية العمرانية فى مصر هى :

- المشكلة السكانية ، والتى ظهرت نتيجة الزيادة الطبيعية ومعدلات الهجرة من الريف إلى الحضر ، وظاهرة التحضر ، بالإضافة إلى المشكلات الاجتماعية والاقتصادية التى يعانى منها المجتمع المصرى .

- ازدياد تدفق حركة السكان من الريف إلى المدن ولا سيما المراكز الحضرية الهامة بفعل عوامل الجذب والطرده السكانى.

\* مدرس بهندسة التخطيط العمرانى - جامعة الأزهر

- مشاكل النمو العمرانى السريع للمدن والذى نتج عنه انتشار تجمعات عشوائية هابطة المستوى خارج الحدود الإدارية للمدن ، وظهور مشكلة التعدى على الأراضى الزراعية كوسيلة سهلة للامتداد العمرانى ، بالإضافة إلى خلق مشكلات اجتماعية واقتصادية داخل هيكل المدينة ، وقصور المرافق والخدمات لهذه المدن .

- تفاقم مشاكل المدن الكبرى بسبب تيارات الهجرة المستمرة وتوطن الأنشطة التجارية والخدمات بالمراكز الحضرية الرئيسية خاصة القاهرة والإسكندرية ، وارتفاع الكثافة السكانية فى الأحياء الشعبية .

- انتشار ظاهرة البطالة المقنعة فى قطاع الخدمات الشخصية والجهاز الحكومى والإدارى ، وتدهور حالة المرافق العامة والبنية الأساسية ووسائل المواصلات ، وقصور العرض الكلى من الوحدات السكنية ، بالإضافة إلى ظاهرة تلوث البيئة وما تسببه من أضرار صحية للمواطنين ، وانخفاض فى إنتاجيتهم .

- الزحف المطرد للعمران على الأراضى الزراعية والتى تتناقص مساحتها بسبب هذه الظاهرة بمعدل مرتفع يصل إلى حوالى ٦٠ ألف فدان سنويا ، بل إنه من المقدر أن يبتلع امتداد العمران كل عشرين عاما ما يزيد عن مليون فدان إذا استمر الوضع على ما هو عليه حاليا .

وقد أدى الاختلال القائم بين السكان والمسطح المعمور إلى صعوبة مواجهة تلك المشاكل نتيجة لما يلى :

- ضخامة حجم المشكلة نظرا للتناقض الصارخ بين النمو السكانى والمسطحات المأهولة سكانيا ، إذ تشير التقديرات



الأحياء خاصة الشعبية ، ومعالجة الاختناقات القائمة فى المرافق والمنافع العامة ودرء مخاطر تلوث البيئة ، وذلك بقصد التحكم فى اتجاهات النمو العمرانى مستقبلا ، بحيث لا تتم بصورة عشوائية على حساب الأراضى الزراعية المتاخمة ، وإنما توجه وفقا للمسارات المنشودة .

### المحور الثانى :

تنمية وتعمير بعض المناطق التى لم تحظ بقدر كافى من العناية مثل منطقة الساحل الشمالى الغربى ومنطقة القنال وساحل البحر الأحمر وشبه جزيرة سيناء وبحيرة السد ومنطقة الوادى الجديد بالصحراء الغربية، وذلك بقصد استغلال الإمكانيات الاقتصادية المتوفرة فى هذه المناطق وفتح آفاق جديدة للعمل أمام الأعداد السكانية المتزايدة ، والنهوض بالمستويات المعيشية لقاطنى هذه المناطق ، فضلا عن تدعيم التكامل الإقليمى مع سائر أجزاء المعمور المصرى مع إعطاء دفعة لأقاليم التنمية التى تبشر بإمكانات أفضل .

### المحور الثالث :

إنشاء مجموعة من المدن الجديدة فى المناطق الصحراوية لتكون بمثابة مراكز عمرانية جديدة وأقطاب للنمو بعيدا عن الشريط الضيق لوادى النيل وادلتاه فى محاولة نقهر الصحراء والحد من الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية .

### ٣- أهداف سياسة التوسع العمرانى

بدراسة التطور التاريخى لنشأة المدن الجديدة والتوسع العمرانى أمكن استنباط عدد من الدوافع وراء التوسع وإنشاء تلك المدن ، والتى قد تكون عامة بالنسبة لجميع الدول التى لها تجارب فى إنشاء المدن الجديدة ، وتجدر الإشارة إلى أن تلك الدوافع تحركها المشكلات الاقتصادية والاجتماعية والديموجرافية والحضرية والعمرانية التى يعانى منها المجتمع، حيث يجد المخطط فى إنشاء المدن الجديدة وسائل فعالة لتقديم حلول لتلك المشاكل ، وقد يكون هناك أكثر من دافع وراء إنشاء المدينة الجديدة ، وإن كان هذا لا يمنع أن يكون هناك دافع وحيد وراء إنشاء كل مدينه ، ومن أهم هذه الدوافع :

- التوسع العمرانى وإنشاء المدن الجديدة بدافع ضبط وتصحيح النمو الزائد للمدن القائمة ، وذلك بهدف التخفيف من تفاقم

إلى احتمال بلوغ عدد سكان مصر نحو ٨٤ مليون نسمة عام ٢٠١٠ فى حالة استمرار معدل النمو السنوى الحالى على ما هو عليه (٢,٥٪) فى الوقت الذى لا تزال فيه المساحة المأهولة فى حدود ٥,٥٪ من المساحة الكلية .

- صعوبة التأثير فى المتغير السكانى لارتباطه بقيم دينية واجتماعية وسلوكية متوارثة يصعب تغييرها ، وكذلك صعوبة التأثير فى المتغير الأراضى بسبب التحديات الطبيعية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية التى تفرضها ظروف التوطن فى المناطق الصحراوية .

- امتداد الأفق الزمنى لأهداف التخطيط العمرانى ، إذ أنه من المعلوم أن نتائج سياسات التعمير لا تتجلى بشكل واضح إلا فى المدى الطويل (٢٥ - ٣٠ سنة) حين الانتهاء من عمليات التشييد واكتمال مقومات الحياة الاقتصادية واستقرار المجتمعات السكانية الجديد .

- كبر حجم الاستثمارات اللازمة للوفاء بمتطلبات التنمية والتعمير وإحجام معظم المؤسسات التحويلية المحلية والدولية عن المشاركة الفعالة فى التمويل لانخفاض العائد المالى من عمليات الإقراض وطول فترة الاسترداد ، ذلك بالمقارنة بالعمليات الاستثمارية والتمويلية للأنشطة الاقتصادية الأخرى.

### ٢- مفاهيم التنمية وحتمية المجتمعات العمرانية

تستهدف مجهودات التنمية إعادة تشكيل الخريطة العمرانية لمصر بما يحقق التوازى المطلوب بين الأعداد السكانية المتزايدة والمساحات الأرضية المتاحة ، وبما يكفل فى الوقت نفسه الاستغلال الكامل والكفاء لإمكاناتنا الطبيعية ومواردنا الاقتصادية .

وتقوم مفاهيم التنمية العمرانية على عدة محاور أساسية متزامنة من حيث الفكر التخطيطى :

### المحور الأول :

إعادة تخطيط المدن والمراكز الحضرية الهامة بهدف استغلال المساحات الشاغرة داخل الكتلة العمرانية فى التخفيف من حدة الكثافات السكنية المرتفعة التى تعاني منها بعض



التنمية ، إلا أن ذلك لا يلغى أهميتها كإحدى السياسات الضرورية لإعادة توزيع السكان ، بحيث يتوطن جزء منهم فى أجزاء جديدة من الحيز المتاح ، بالإضافة إلى أن هذه السياسة لها مبررات اقتصادية قوية ، وهى تحقيق أفضل استغلال لأحد عناصر الإنتاج الرئيسى وهو الأرض .

#### ٤ - السلبات والإيجابيات فى التجمعات العمرانية الجديدة

بمراجعة التطور التاريخى لإقامة وإنشاء التجمعات العمرانية الجديدة نجد أن فكرة إقامة وإنشاء المجتمعات العمرانية الجديدة ترجع إلى الستينات ، عندما اقترح جهاز تخطيط القاهرة الكبرى خطة الإقليم عام ١٩٦٦ بإقامة أربع تجمعات جديدة حول القاهرة على محاور الحركة الرئيسيه ، شمالا على طريق القاهرة / الإسكندرية الزراعى ، وغربا على طريق الفيوم ، وجنوبا على طريق الصعيد ، وشرقا على طريق السويس ، وكان مخططا أن تستوعب التجمعات الأربع بحلول عام ١٩٩٠ مليون نسمة ، ولكن هذه المقترحات لم توضع موضع التنفيذ .

وفى السبعينات ، وبعد حرب أكتوبر ، جاءت فكرة إقامة المجتمعات الجديدة على هيئة سياسة قومية لحل مشاكل التكدس السكانى والصناعى فى الوادى والدلتا ، وتعد الخطوة الأولى الحقيقية فى هذا الاتجاه صدور القرار الجمهورى لسنة ١٩٧٧ بإقامة مدينة العاشر من رمضان على طريق القاهرة / الإسماعيلية الصحراوى فى المنطقة ما بين الكيلو متر ٤٨ إلى الكيلو متر ٦٨ رغم عدم وجود إطار قانونى يحكم ذلك . تلى ذلك صدور قرار جمهورى آخر عام ١٩٧٨ بإقامة مدينة السادات على طريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوى عند الكيلو متر ٩٨ ، وفى عام ١٩٧٩ صدر قانون المجتمعات العمرانية الجديدة كإطار قانونى ، استعرض الهيكل الأساسى للتنظيم الإدارى الذى سيستخدم فى تنفيذ سياسة المجتمعات العمرانية الجديدة ، كما استعرض الحوافز الاقتصادية لتشجيع الاستثمار ، ولم يتعرض للحثثيات والأسس المستخدمة فى اختيار الهيكل الأساسى أو تفاصيل الدراسات الاقتصادية والمالية ، وبالتالي لا يتعدى القانون سوى تجميع لعناوين مرتبطة بتلك السياسة .

مشكلة عدم التوازن بين متطلبات الحياة وقدرة هيكل المدن على إشباعها ، حيث تعاني معظم المدن القائمة وخاصة الكبرى منها من مشاكل عديدة تتمثل فى ارتفاع أسعار الأراضي ، ونقص الإسكان وارتفاع الكثافة ، وانتشار الأحياء المتخلفة ، وامتداد المدن خارج حدودها امتدادا عشوائيا ، وزحف العمران على الحدائق العامة والمساحات الخضراء ، ونقص الخدمات والمرافق ، وتداخل استخدامات الأراضي ، وتلوث الهواء والماء ، والمشاكل الاجتماعية والأخلاقية والبطالة ، وانتشار الأعمال الهامشية .

- وتنشأ المدن الجديدة بهدف توجيه النمو الحضري نحو مناطق معينة ، مجهزة بكافة المرافق والخدمات وبدافع إعادة توزيع السكان على المستوى القومى من خلال خريطة سكانية وعمرانية لمصر .

- كما تنشأ المدن الجديدة بهدف الحد من هجرة السكان إلى المدن القائمة وخاصة المراكز الحضرية الكبرى ، وذلك لتوفير فرص العمل والسكن فى المدن الجديدة التى تنشأ قريبة من مصادر الهجرة الداخلية وبالقرب من الموارد الطبيعية المنتشرة فى الصحارى المصرية .

- وتنشأ المدن الجديدة أيضا بهدف تحقيق التوازن للصناعة والاستثمارات على مختلف الأقاليم بالدولة ، وبدافع تنمية مناطق جديدة ، وذلك لتشجيع التنمية الإقليمية وخلق فرص جديدة للاستثمار عن طريق جذب القطاع الخاص لتلك المناطق مع استغلال الموارد الطبيعية التى لم تستغل وإحداث تغييرات جوهرية فى الهيكل الاقتصادى والحضرى لمصر .

- كما تنشأ المدن الجديدة بهدف إنشاء مدن للتجارة الحرة ، وتكون قاعدتها الاقتصادية خليطا من الأنشطة الاقتصادية الصناعية التى تشمل مجموعة من الصناعات الثقيلة والخفيفة التى تستفيد من تسهيلات المناطق الحرة ، وتنشأ المدن الجديدة أيضا بدافع علاج الآثار التى تتركها الظواهر الطبيعية الطارئة ، مثل السيول والزلازل والبراكين ..... وغيرها .

وعلى الرغم من أن معظم الدراسات أوضحت الدور المحدود للمجتمعات الجديدة فى استيعاب السكان ، حيث تلعب قوى الطرد دورا أساسيا فى تدفق السكان إلى مراكز استقطاب



وبذلك نجد أن ما تمكنت المجتمعات الجديدة من استيعابه لا يتعدى ٠,١١ ٪ من إجمالي الزيادة السكانية فى مصر بين عامى ١٩٧٦ ، ١٩٨٦ ، وما نجحت فى تحقيقه من الوجهة السكانية لا يتعدى ٢٪ مما كان مستهدفا .

ومن وجهة النظر الاقتصادية نجد أن المجتمعات العمرانية الجديدة لم تتمكن من توفير سوى ٤٢ ألف فرصة عمل حتى عام ١٩٩٠ بنسبة ١٥,٢٪ من إجمالي فرص العمل المستهدفة والبالغة ٢٧٥ ألف فرصة عمل . هذا وقد استأثرت مدينة العاشر من رمضان على ٢٦ ألف فرصة عمل بنسبة ٦٢٪ من إجمالي فرص العمل ، بينما فى مدينة السادات ٤٥٠٠ فرصة وفى برج العرب ٢٥٠٠ فرصة ، وفى مدينة السادس من أكتوبر ٩٠٠٠ فرصة . وقد وجد أن معظم العاملين بالمدن الجديدة يقومون بالسفر إلى محال إقامتهم ، لعدة أسباب منها ارتفاع أسعار الوحدات السكنية وعدم توافر الخدمات .

وبالإضافة إلى المجتمعات العمرانية الجديدة والتي تم إقامتها خارج المناطق المأهولة بالسكان ، فقد تم التفكير فى إقامة مجموعة من التجمعات التابعة حول القاهرة ، وهذه التجمعات الغرض منها بالدرجة الأولى حسب ما تم تخطيطه ، وقف النمو الحضرى العشوائى للقاهرة . ومن هذه المدن التوابع التى تم إنشاؤها عام ١٩٧٨ مدينة ١٥ مايو جنوب القاهرة لتوفير الإسكان والخدمات للعاملين بالمناطق الصناعية بحلوان ، تلى ذلك إقامة مدينتى العبور وبدر كمدن توابع على طريقى القاهرة بلبيس ، والقاهرة السويس عامى ٨٢ ، ١٩٨٣ على التوالى .

كما تم اقتراح إنشاء عشرة مستوطنات داخل الحدود الإدارية لإقليم القاهرة الكبرى ، وذلك لتوفير السكن والخدمات والمرافق لقاطنيها ، وبالتالي تساعد على تخفيف التركيز والكثافة السكانية العالية بالقاهرة ، إلا أن هذه التجمعات سوف تعتمد على القاهرة لتوفير جزء من فرص العمل لسكانها .

والملاحظ أن هذه التجمعات الواقعة داخل الحدود الإدارية لإقليم القاهرة الكبرى فى ظل النمو والامتداد الحضرى السريع للإقليم ، والذي قد يؤدى إلى تحويلها إلى مجرد ضواحي للقاهرة . كما أن إقامتها سوف يضع المزيد من الضغوط على مدينة القاهرة من ناحية توفير فرص العمل ، إضافة إلى زيادة

هذا وقد صاحب إصدار القانون عام ١٩٧٩ إقامة مجتمعين جديدين ، هما برج العرب عند الكيلو ٥٥ غرب الإسكندرية والسادس من أكتوبر على بعد ٣٠ كيلو مترا من القاهرة فى المنطقة بين طريق الإسكندرية الصحراوى وطريق الواحات المتفرع من طريق الفيوم .

ومع بداية الثمانينات ، بدئ فى إقامة المزيد من المجتمعات الجديدة مثل مدينة دمياط الجديدة ومدينة الصالحية . تلى ذلك إنشاء ثلاثة مجتمعات جديدة تتمثل فى النوبارية والمنيا الجديدة وبنى سويف الجديد ، ثم تلى ذلك إنشاء مدينة أسيوط عام ١٩٨٨ ، وبذلك وصل عدد التجمعات الجديدة خلال عشر سنوات عشرة تجمعات منها أربعة فى الجيل الأول ، تتقدم فى عمليات الإنشاء بشكل ملموس ، وهى العاشر والسادات وبرج العرب والسادس من أكتوبر ، بينما لا يزال باقى التجمعات فى المراحل الأولى .

هذا وقد اتضح عدم وجود مخطط عام شامل بغياب المفاهيم والأسس التى بنيت عليها سياسة التجمعات العمرانية الجديدة فى مصر حيث أن هذه الأسس صيغت بطريقة عامة وفضفاضة بشكل يجعلها تصلح لأى دولة نامية .

فقد حددت استراتيجية التنمية الإقليمية (١٩٧٨ : ١٩٨٢) أهدافا عريضة ، منها تخفيف الضغط السكانى على المدن الكبرى حيث أشارت إلى أن عدد سكان مصر من المتوقع أن يزيد بمقدار ٢٨ مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠ ، يتم استيطان ١٨ مليون نسمة منهم فى المجتمعات الجديدة ، بينما يمكن استيعاب العشرة ملايين الباقية فى مشروعات الاستصلاح ، حيث نجد أن الجيل الأول من المجتمعات الجديدة والتي تعد أكثر تطورا من الجيل الثانى لم تتمكن إلى حد كبير من تحقيق معظم الأهداف ، وليس أدل على ذلك من أنه على الرغم من استثمار ما يزيد على ١,٧ مليون جنيه من المال العام حتى عام ١٩٩٠ فى تنفيذ هذه المجتمعات من الجيل الأول ، فإن إجمالى السكان بها حتى عام ١٩٨٦ لم يتعد ١٠٩٨٢ نسمة ، منهم ٨٥٢٨ نسمة فى العاشر من رمضان ، بينما يصل عدد سكان مدينة السادات ١٩٢٧ نسمة ، وسكان السادس من أكتوبر يصلون إلى ٥٢٧ نسمة ، أما مدينة برج العرب فلم يكن بها سكان عام ١٩٨٦



المراد تحقيقها من إقامة التجمع الجديد ، وهذه الوظائف تختلف من تجمع لآخر ، يضاف إلى ذلك عوامل أخرى من أهمها :

توافر المياه - شبكة جيدة من النقل والمواصلات - القرب من تجمعات سكنية كبيرة - القرب من إقليم به إمكانيات للتنمية - القرب من الأسواق الكبرى .

إلا أن هناك بعض الاعتبارات والعوامل تتعارض مع بعضها، منها أن يكون الموقع بعيدا بدرجة كافية من المراكز الحضرية القائمة حتى لا يتحول إلى امتدادات حضرية لتلك المراكز .

وبالمقابل يجب ألا يكون في مواقع بعيدة بدرجة كبيرة من المراكز الحضرية حتى لا تحول أو تحد من إمكانيات نمو تلك المجتمعات أو تطورها .

وبمراجعة العوامل والاعتبارات الواجب أخذها في الاعتبار عند إقامة مجتمع جديد وخاصة في تجمعات الجيل الأول :

#### أولا - الخصائص الطبيعية للموقع

الخصائص الطبيعية للموقع المقترح لإقامة تجمع عمراني جديد تؤثر بالإيجاب والسلب على تكاليف إنشاء وإقامة المجتمع، مثل الخصائص الطبوغرافية ونوعية التربة ومناسبتها للإنشاء والوديان ومخزات السيول والجيولوجية والمجاري المائية والبحيرات وعناصر المناخ وخاصة عنصر الرياح .

#### - الموقع الجغرافي

اختيار الموقع الجغرافي للتجمعات العمرانية الجديدة يحدد مدى نجاح هذه التجمعات في تحقيق الأهداف المنوطة بها والتي من أهمها توجيه النمو الحضري إلى عمق الأراضى الصحراوية وجذب الصناعة والأنشطة لمنع تضخم المدن العملاقة وحماية الرقعة الزراعية مع استثمار الموارد الكائنة في صحارى مصر وسواحلها .

وقد روعى ذلك عند اختيار موقع العاشر من رمضان في منتصف المسافة على طريق القاهرة والإسماعيلية الصحراوى مما يمكن من جذب الأنشطة والفائض السكانى من شرق الدلتا والقاهرة ، وموقع مدينة السادات في منتصف طريق القاهرة

التركز الاقتصادى وزيادة الضغوط والأعباء على الخدمات والمرافق بها وأيضا على شبكة النقل والمواصلات كما يساعد على انتشار المباني العشوائية فى الأراضى الفاصلة بينها وبين الكتلة العمرانية للقاهرة والجيزة ، كما أنها تساعد على الإقامة بالقرب من القاهرة بدلا من الإقامة بالتجمعات العمرانية الجديدة المقامة بعيدا عن العمران ، مما يؤدي إلى الإحجام عن الانتقال للإقامة بالمجتمعات العمرانية الجديدة .

ويمكن تلخيص ذلك بأن إنشاء وتنمية التجمعات التابعة (المستوطنات) تتعارض مع أهداف وسياسة المجتمعات العمرانية الجديدة ، وبالتالي لابد من إعادة النظر فى هذا الاتجاه، وخاصة أنها تمثل منافسا أشد جذبا من التجمعات العمرانية الجديدة .

#### ٤-١ الدراسات والإجراءات الخاصة بإقامة مجتمع عمرانى جديد

لم يحدد قانون المجتمعات العمرانية الجديد لعام ١٩٧٩ الإجراءات والدراسات الواجب اتباعها لإقامة وإنشاء مجتمع عمرانى جديد ، وأدى ذلك إلى عدم الالتزام بوجود دراسة شاملة تؤخذ فى الاعتبار عند تحديد المواقع والوظائف للمجتمعات الجديدة ، وعليه ظهر كثير من السلبيات فى اختيار مواقع المدن الجديدة ، منها تعارض هذه المواقع مع استخدامات أخرى وخاصة فيما يخص الأمن القومى ، أيضا عدم ملائمة المواقع للإنشاء ، كوقوع التجمع فى مناطق طفلة أو أى نوع من أنواع التربة التى لا تصلح للإنشاء إلا بتكاليف باهظة .

وذلك يتطلب وضع مجموعة محددة وواضحة من الإجراءات والخطوات التى يجب أن تتبع عند اتخاذ القرار بإقامة مجتمع عمرانى جديد ، وذلك بمشاركة جميع المختصين ، وخاصة من النواحي الأمنية والاستراتيجية والنواحي الجيولوجية والآثار والزراعة وغيرها من التخصصات التى تحكم اختيار الموقع ، لا أن تترك للأهواء والاختبارات العشوائية .

إن نجاح أى مجتمع عمرانى جديد يعد انعكاسا لحسن اختيار الموقع ، وهناك العديد من الاعتبارات التى تؤثر على عملية اختيار موقع المجتمع الجديد ، من أهمها الأهداف والوظائف



للحدود الغربية للمنطقة الصناعية يعد مصدرا لتحركات الرمال جهة المدينة مما يستلزم زراعة سياج شجرى مكثف للحماية من الرمال المتحركة ، أما عن نوعية التربة فى المدينة فهى متغيرة بشكل كبير كما أن أماكن متعددة من المدينة ظهر بها التربة الطفلية ، وبذلك تحتاج إلى إحلال وأساسات عميقة . مما يزيد من تكلفة الإنشاء ، كما أن ذلك استدعى استبعاد بعض الأراضى داخل الأحياء والمناطق الصناعية لصعوبة التأسيس ، وارتفاع تكلفة الإنشاء .

وفيما يتعلق بموقع برج العرب ، فهو ملائم من وجهة نظر التضاريس كما أن نوعية التربة ملائمة للإنشاء بتكاليف معقولة وعليه فإن موقع المدينة ليس عليه قيود للتنمية الحضرية إلا فى بعض المناطق الصخرية ، والتي سيكون إنشاء المرافق بها بتكلفة مرتفعة نسبيا ، كما أن المدينة ستكون محمية من العواصف الرملية التى تهب من الجهة الجنوبية ، وذلك لوجود أراضى زراعية فى هذا الاتجاه مما سيقبل من كمية الرمال التى ستحملها هذه الرياح معها .

أما موقع مدينة السادات فيعتبر مرتفعا نسبيا عن المناطق المحيطة ، وهو مستو بشكل عام مع ميل بسيطه ، وخال من الملامح التضاريسية الحادة كما أن الميول تتفق والميول المطلوبة للصرف الصحى .

كما أن التربة من الحجر الرملى والذى يسمح بإقامة المنشآت بتكلفة مناسبة إلا أن الموقع يواجه العواصف الرملية من جهة الشمال والشمال الغربى ، ولذلك أوصى المخطط بتكثيف شجرى بعمق ملائم للحماية .

وبذلك يمكن القول بأن خصائص الموقع الطبيعية فيما يتعلق بالطبوغرافيا والتربة والجيولوجيا والسيول والمناخ وغيرها من العناصر قد خضعت للدراسة ولكن ليس بالعمق المطلوب ، وذلك لظهور مناطق حادة التضاريس فى بعض المدن ، وتربة غير صالحة للتأسيس إلا بتكاليف مرتفعة وتحركات رملية (عواصف رملية) يصعب معها إمكانيات الرؤية ، وتؤدى إلى سوء الأحوال الجوية وخاصة فى فصل الشتاء والربيع . وذلك يتطلب سرعة التشجير فى اتجاه هذه المناطق وزراعة الأرض القابلة للاستزراع حول هذه المدن ، مما يحول دون تعرضها

الإسكندرية الصحراوى ، مما يساعد أيضا فى جذب الأنشطة والفائض السكانى من الدلتا وغربها ومن القاهرة والإسكندرية كما أن الموقع الجغرافى لمدينة برج العرب ، والتى تقع على بعد ٥٠ كم غرب الإسكندرية على طريق الإسكندرية / مطروح فى الأراضى الصحراوية وبالقرب من ميناء الدخيلة . أيضا المدن التوأم لمدن الوجه القبلى على الضفة الشرقية لنهر النيل فى كل من بنى سويف والمنيا وسوهاج والأقصر وأسوان ، تساعد على جذب وتوطن العمالة والصناعة بمدن الصعيد .

بينما نجد أن الموقع الجغرافى لمدينة ٦ أكتوبر والعبور والشروق والتجمعات العشرة حول القاهرة ستساعد على تضخم العاصمة وإضافة أعباء جديدة عليها ، كما أن القاهرة الجديدة المزمع إقامتها على الطريق الدائرى وبين طريق العين السخنة والسويس الصحراوى على مساحة ٤٥ ألف فدان لتستوعب ما يقرب من ٥ مليون نسمة ، فإن هذا الموقع سيضاعف من مشاكل القاهرة ويضاعف من تضخمها ويعمل على جذب المزيد من الأنشطة والاستثمارات والسكان من الأقاليم الأخرى من الوجه القبلى والبحرى .

وبذلك نجد أن حسن اختيار الموقع سيساعد على تحقيق الأهداف المنوطة بإقامة المدن والتجمعات الجديدة.

#### الطبوغرافيا

بمراجعة الخصائص الطبوغرافية للموقع فى مدينة العاشر وجد أن تضاريس الموقع تتصف بوجود ميل بسيط من الجنوب إلى الشمال ، والمخطط أخذ السيول فى الاعتبار كما أن نوعية التربة تعد جيدة بصفة عامه ، فيما عدا بعض المناطق تحتاج إلى أساسات عميقة ، وهى تمتد جهة الشمال الشرقى ، وذلك يحد من التوسع والامتداد فى هذا الاتجاه مستقبلا لزيادة التكاليف ، والاتجاه الجنوبى والجنوبى الغربى من المدينة فى حاجة للحماية من العواصف الرملية التى تهب من جهة الجنوب.

أما مدينة السادس من أكتوبر فتقع على هضبة متوسطة الارتفاع (١٨٠ : ١٩٠) م تتدرج فى الارتفاع جهة الشمال الغربى ، مما يوفر حماية طبيعية للمدينة من تحركات الرمال . إلا أنه هناك تل رملى يقع على مسافة لا تتعدى ٢ كم موازيا



للاتنفاخ والانهيار ، إضافة إلى الكثبان الرملية بالقرب من هذه المدن. وهذه الكثبان توحى بأن هناك جيوبا من الرمل السائب الذى قد يؤدي إلى مشاكل فى مرحلة الإنشاء.

وفى مدينة برج العرب نجد أن هناك طبقات من التربة الطينية القابلة للانهيار بدرجات متفاوتة ، وذلك لوجود طبقات من الطمي الملتصق بالمواد الجيرية ومواد أخرى وهذا بالطبع يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الأساسات.

وفى مدينة المنيا الجديدة وجدت طبقات الحجر الجيري وهذا النوع من التربة يؤدي إلى الهبوط والهبوط المفاجئ.

وبذلك نجد أن جميع المدن الجديدة أهملت الدراسة الجيولوجية والتي عن طريقها يمكن التعرف على أساليب التعامل مع أنواع التربة المختلفة قبل الإنشاء.

#### - المياه

يعد توافر المياه عنصرا حاكما وضروريا للتنمية وخاصة فى الأقاليم الصحراوية ، وعليه فإن إقامة المجتمعات العمرانية الجديدة فى المواقع الصحراوية ، يتطلب القيام بالدراسات الخاصة بتوافر مصادر المياه بالتكلفة المقبولة عند اختيار موقع التجمع الجديد ، حتى لا يتطلب الأمر بعد ذلك إعداد وتنفيذ مشاريع كبيرة الحجم عالية التكاليف.

وبمراجعة مصادر المياه لتجمعات الجيل الأول اتضح أن المواقع كانت تختار أولا ثم بعد ذلك يتم البحث عن أقرب مصدر للمياه . وفى مدينة العاشر من رمضان وبعد أن تم اختيار الموقع ، وبدئ فى إعداد الخطط الهيكلية للمدينة ، كانت المجموعة الاستشارية لإعداد الدراسات غير مدركة لنوعيات وكميات المياه الجوفية الموجودة بالمنطقة المحيطة بالمدينة ، حيث أشارت الدراسة إلى أن جميع مصادر المياه أخذت فى الاعتبار ، وأن أفضل الحلول هو الاعتماد على مياه ترعة الإسماعيلية ، غير أن المياه الجوفية فى المنطقة القريبة من المدينة جيدة ولوثبت ذلك فقد يعد مصدرا قيما للمياه ، إضافة إلى ترعة الإسماعيلية ، وقد تصبح كافية لتوفير احتياجات المدينة من المياه فى المراحل الأولى للتنمية.

وعلى الرغم من أن المدن الجديدة تم إقامتها بالأقاليم الصحراوية لتقليل الاعتماد على وادى النيل ، فإن كل التجمعات

لهذه العواصف ، ويقلل بدرجة كبيرة كميات الرمال التى تحملها الرياح إلى هذه المدن .

وبالنسبة للنواحي الجيولوجية فقد أتضح أن المناطق الصحراوية غير المأهولة تختلف فى ظروف الإنشاء عليها ، عنها فى الوادى والدلتا ، وعليه حدث كثير من المشاكل والانهيارات للمنشآت المستحدثة بالتجمعات والمدن الجديدة ، مما يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنشاء وتعطيل العمل . وقد يصل الأمر إلى إلغاء المشروع . وللخروج من هذه المشاكل يجب التعرض للأسباب التى أدت إلى ذلك ومنها :

- الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية توضح مدى الاختلاف فى أنواع الترسيبات فى مناطق المدن والتجمعات العمرانية الجديدة من منطقة لأخرى بل داخل المنطقة الواحدة.

- المعلومات الجيومورفولوجية المتوفرة عن هذه المناطق محدودة للغاية ، وتكاد تكون معدومة ، مما يجعل التعرف عليها وتصنيفها مشكلا ، مع عدم الخبرة فى توقع سلوكها والتعامل معها .

- الأراضي الصحراوية معظمها أراضى جافة ، وعند تعرضها للرطوبة يؤدي ذلك إلى تغير مفاجئ وغير متوقع فى سلوكها ، مما يتطلب تقويمها بما يناسب ظروف الحياة بهذه المناطق ، وسوف نتعرف على خصائص التربة ومشاكل التأسيس عليها فى بعض المدن الجديدة القابلة للانهيار بدرجات متفاوتة ، وذلك لوجود طبقات من الرمل الملتصق بالطينه أو الطمي ومواد أخرى . ومشاكل التأسيس تكون فى قلة الخبرة الفنية فى التعامل مع هذه الأنواع من المشاكل مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الأساسات ، وعند تجاهلها تؤدي إلى ظهور نفس مشاكل التربة القابلة للانتفاخ ، والأمثلة على ذلك كثيرة.

ففى مدينة ١٥ مايو نجد أن التربة بها طبقات من الحجر الجيري المتشقق ، والذى يحوى بين طبقاته طبقة من التربة الطفلية القابلة للانتفاخ . وتنحصر مشاكل التأسيس فى أن المنشآت ذات الارتفاع المنخفض تكون حركتها سريعة مع تغير فى التربة ، وعادة ما يكون التغير فجائيا يؤدي إلى التصدع. بينما نجد التربة فى كل من مدينة العبور والشروق قابلة



بذلك نجد أن مدن الجيل الأول لم تستفد من الإمكانيات والموارد المتاحة، كما أن بعضها اختير موقعه في مواقع ليس بها مقومات وإمكانيات وموارد يمكن الاستفادة منها.

وعليه يجب إعداد مسح شامل للمواد والإمكانيات الكامنة بالصحراء المصرية حتى يمكن الاستفادة منها في اختيار مواقع المدن الجديدة.

### ثانياً - الحجم

تحديد الحجم الأمثل والمناسب للتجمع العمراني الجديد يعد من أكثر الأمور اختلافاً بين المخططين والاجتماعيين والاقتصاديين والمهتمين ، ويرجع ذلك إلى استخدام معايير مختلفة لتحديد الحجم الأمثل من وجهة نظر كل مجموعة فقد أشار برنان عام ١٩٤٩ إلى أن الحجم الأمثل للمجتمع الجديد يجب أن يكون بين ١٠,٠٠ : ٢٠,٠٠ ألف نسمة حتى يمكن توفير بيئة اجتماعية ملائمة لسكانها بينما استخدم دانكن عام ١٩٥١ ، وأوجبرن (١٩٣٧) معيار متوسط نصيب الفرد من تكلفة المرافق في مدن قائمه لتحديد أكفاً حجم للمجتمع الجديد . وقد وجد أن أكفاً حجم للمجتمع الجديد الذي يخفض تكلفة المرافق إلى أدنى حد ممكن هو بين ٥٠,٠٠ إلى ١٠٠ ألف نسمة ، إلا أن هذه التقديرات لا يمكن أخذها بشكل مطلق حيث أنها ستختلف من دولة لأخرى ، لأن الخدمات الحكومية وظروف التكلفة تتغير بشكل نسبي (Richardson) عام ١٩٧٢.

أما Duncan عام ١٩٦٠ ، Thompson عام ١٩٦٥ فقد أيدوا فكرة أن تكون المدينة كبيرة الحجم على أساس أن هناك علاقة طردية بين حجم المدينة ودرجة التنوع الاقتصادي الذي تتمتع به وأن الإنتاجية (مقاسة بمتوسط نصيب الفرد من الإنتاج) تميل إلى الزيادة مع زيادة حجم المدينة ، وذلك يرجع بالدرجة الأولى إلى وفورات التركيب.

اختلفت الدول أيضاً في تحديد الحجم الأمثل لتجمعاتها الجديدة حيث أوصت لجنة المجتمعات في بريطانيا عام ١٩٤٩ أن يكون حجم التجمع الجديد بين ٦٠,٠٠ : ٨٠,٠٠ ألف نسمة ، بنى على أساس الحد من الاحتياج للمواصلات الداخلية لقرب مواقع العمل من السكن والمناطق التجارية ، مع ضرورة وجود اتصال وتفاعل بين المجتمع الجديد والمناطق الخضراء المحيطة به ، وأيضاً الإسراع ببرامج التنفيذ عن طريق إنشاء عدد من

الجديدة التي تم انتشاؤها فيما عدا مدينة السادات ، تعتمد على المياه السطحية من النيل ، وذلك يتطلب ضرورة القيام بدراسة المياه الجوفية في الصحاري المصرية ، الأمر الذي قد يساعد على الإسراع بمعدلات التنمية في هذه المجتمعات ، وكذلك الاستفادة من الموارد المتاحة الأخرى .

### - القرب من إمكانيات التنمية (الموارد)

بدراسة مواقع المدن الجديدة وإمكانيات التنمية ( الموارد المتاحة ) اتضح الآتي :

مدينة العاشر من رمضان تقع في الصحراء الشرقية ولا تتمتع هذه المنطقة بوجود إمكانيات كبيرة من الموارد الطبيعية، ولكن وجود ترعة الإسماعيلية بالقرب من المنطقة يسهم في عمليات الاستصلاح والاستزراع ، ولكن ليس على نطاق واسع ولكن المخطط الهيكلي للمدينة لم يتعرض لهذا النشاط ، فقد ركز على نقل النشاط الصناعي من القاهرة إلى المدينة .

أما مدينة السادس من أكتوبر فتقع بالقرب من منطقة أهرامات الجيزة السياحية ، مما يجعلها عنصر جذب سياحي ، كما أن وقوعها بالقرب من القاهرة والجيزة ذات التركيز الصناعي والسكاني والخدمي الشديد يجعلها تجذب الصناعة من القاهرة .

ومدينة برج العرب تقع في منطقة تزخر بالمحاجر والزراعة على نطاق واسع ، وبذلك فهي ملائمة وذات جدوى من الناحية الاقتصادية للإنتاج الزراعي ، إضافة إلى الاحتياطات من الحجر الجيري والجبس والمسلح إضافة إلى التنمية المستقبلية في النشاط السياحي والترفيهي على ساحل البحر . أيضاً هناك النشاط الصناعي لزيادة تركزه في الإسكندرية.

أما مدينة السادات فتقع بالقرب من إقليم الدلتا ومن أراضي الاستصلاح بالوادي الجديد وبالتالي يمكن إقامة العديد من الصناعات الغذائية ، وأيضاً بالقرب من وادي النطرون ذي الموارد الطبيعية التي يمكن أن تسهم في التنمية الاقتصادية للمدينة ، إضافة إلى الاحتياطات الكبيرة حول المدينة من الغاز الطبيعي والطفلة والحجر الرملي والمساحات التي يمكن الاستفادة منها وزراعتها كما أن المدينة تقع على محور تنموى رئيسي (محور القاهرة الإسكندرية الصحراوي).



### العمرانية الجديدة .

ففى المخطط الهيكلى لمدينة العاشر من رمضان إشارة إلى أن يكون الحجم أكبر من ٢٠٠ ألف نسمة ، حتى تستطيع توفير الخدمات للسكان ، وعليه أوصى المخطط العام أن تستوعب المدينة ١/٢ مليون نسمة . كذلك نجد أن المخططات العامة للمدن الجديدة أوصت أن يكون حجم كل منها أكبر من الحجم الأدنى المقترح ، فقد وصل حجم كل من السادات وبرج العرب و ١٠ رمضان ١/٢ مليون نسمة بينما كان الحجم المستهدف لمدن ٦ أكتوبر ٣٥٠ ألف ثم تزايد عدة مرات حتى وصل إلى ما يقرب من مليون نسمة .

وهذا يعنى أن الأحجام المستهدفة لهذه المدن خلال الفترات الزمنية التى لا تتعدى ٢٥ عاما ، قد فاقت كل تصور رغم أنه سيتم توفير المرافق والخدمات اللازمة لهذا الحجم السكانى لتلبية احتياجات السكان . والمتوقع لاكتمال حجمها أكثر من مائة عام وليس ٢٥ عاما كما هو مخطط لها .

أما فيما يتعلق بتحديد الحجم تبعا لنصيب الفرد من تكلفة المرافق فهى فرضية عامة تتعلق بانخفاض نصيب الفرد من تكلفة المرافق ، مع زيادة حجم المدينة ، فهذا يوضح مدى العموميه ، وعدم الاعتماد على دراسة موضوعية لتحديد أفضل حجم للمدينة ، والذى يختلف من تجمع لآخر تبعا للموقع وطبيعة التربة وشكل التضاريس . أيضا وظائف التجمعات الجديدة وخاصة الجيل الأول تختلف من تجمع لآخر ، إلا أن ذلك لم يظهر أثره على الأحجام المقترحة لسكان هذه التجمعات فتخطيط كل من السادات وبرج العرب لتصبح كل منها مركز نمو إقليمي ، والعاشر من رمضان والسادس من أكتوبر ، خطط كل منها لجذب السكان والصناعة من إقليمى القاهرة الكبرى والدلتا . وبالرغم من هذه الاختلافات فى الأنشطة والوظائف لم تؤثر على الأحجام المستهدفة .

وبذلك نخلص إلى أن محددات الأحجام المستهدفة للمدن الجديدة محل الدراسة غير واضحة ، وأن الأحجام المحددة لم تعتمد على أسس أو نظريات اقتصادية أو اجتماعية لتحديد الأحجام الملائمة لهذه المدن الجديدة . ومما يؤيد هذه العشوائية ما وصل إليه حجم مدينة ٦ أكتوبر من ٣٥٠ ألف نسمة فى بداية التخطيط إلى ١/٢ مليون ثم إلى ٣/٤ مليون ثم إلى مليون

المجتمعات متوسطة الحجم ، بدلا من إنشاء عدد صغير من المجتمعات كبيرة الحجم ، كما أن الحجم المقترح يستطع توفير مستوى من الحياة الاجتماعية والثقافية بتكلفة معقولة ، مع إقامة الصناعات بشكل متوازن ومتنوع وخلق ، لوجود مجتمع يضم كافة الفئات الاجتماعية والاقتصادية والعمرانية .

بينما فى روسيا ( الاتحاد السوفيتى سابقا) فكان تحديد الحجم الأمثل للتجمعات الجديدة يتم بناءا على أنماط الإنتاج وتقسيماتها وإمكانية توفير خدمات على مستوى مرتفع ، وكذلك مع إمكانية الاستفادة من تكنولوجيا البناء المتاحة بكفاءة - Barnov عام ١٩٦٧ ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية يتولى القطاع الخاص إقامة المجتمعات الجديدة ، وبذلك يخضع حجمها لأهدافه الاستثمارية وقدراته المالية وتقييم السوق - Golany عام ١٩٧٦ .

وفيما سبق يمكن القول بأن الحجم الأمثل للمجتمع الجديد ليس بالضرورة أن يكون أمثل ، اقتصاديا ، حيث أنه يخضع لمعايير غير كمية مثل الأمن - الأمان - الصحة - الجمال - المنشآت الترفيهية والاجتماعية والروابط الأسرية ، بالإضافة إلى معايير واعتبارات رئيسية متفق عليها من أهمها :

- وظيفة المجتمع والأهداف التى أنشئ من أجلها تحدد أسس وتركيبية المجتمع ، وبالتالي الحجم الأمثل ، حيث أن هناك علاقة طردية بين وظائف المجتمع وحجم سكانه .

- الخدمات والمرافق وخاصة فيما يتعلق بمتوسط نصيب الفرد من تكلفتها والذى يمثل علاقة عكسية مع الحجم حتى يصل إلى مستوى معين ، ثم يبدأ متوسط نصيب الفرد فى الزيادة وبمعدل كبير دون زيادة واضحة فى نوعية الخدمات المقدمة .

- التنوع الاقتصادى والذى يمثل أهمية كبيرة فى تحقيق الاستقرار الاقتصادى للمجتمع الجديد ، وذلك يتطلب حجم أدنى للحجم السكانى ، كما أن الحجم الكبير له مزايا من وجهة نظر الإنتاج وتكامله وضمان توفر عرض مستقر من القوى العاملة - Valenti عام ١٩٦٧ .

وبعد التعرض للاعتبارات النظرية والعملية التى أوصى بها مخططو المدن عن تحديد الحجم الأمثل لمجتمع جديد سيتم تناول التجارب التى اتبعت فى مصر لتحديد أحجام المجتمعات



الأنشطة التى تستحق الإجازة وبين الأنشطة ذات العائد السريع مثل السلع الاستهلاكية التى يستطيع المستثمر إنهاء الشركة بطريقة أو بأخرى ، وهذا يعد قصورا فى نظام منح الإجازة ، وذلك يستلزم إعادة النظر فى نظام الإجازة الضريبية المتبعة لتشجيع الاستثمار فى المدن الجديدة ويقترح تصميم مجموعة متكاملة من السياسات المالية والحوافز الضريبية الملائمة من أجل استقطاب الاستثمار الأجنبى والمحلى .

#### ٤-٣ الأداء الاقتصادى لمدينة الجيل الأول

لتقييم الأداء الاقتصادى لمدينة الجيل الأول ، العاشر من رمضان ، السادات ، برج العرب ، السادس من أكتوبر ، يجب الرجوع إلى الأنشطة الاقتصادية بكل مدينة تبعا للهدف المنوط بها .

\* فى مدينة العاشر من رمضان حدد المخطط الهيكلى للمدينة حجم التوظيف لكل قطاع من قطاعات المدينة ، قطاع التشييد ١٦ ألف فرصة عمل ، وقطاع الخدمات ٧٩ ألف فرصة عمل ، وقطاع الصناعة ٦٠ ألف فرصة عمل ، حتى عام ٢٠٠٢ .

والصناعة تم تصميم خطة تنميتها لتحقيق أكبر قدر ممكن من فرص العمل المتنوعة ، مع تشجيع الصناعات الصغيرة ، وخاصة كثيفة العدد ، مع إحداث توازن بين التركيبية الصناعية للمدينة والمستوى القومى والإقليمى ، على أن يشمل الهيكل الصناعى تطوير وتنمية صناعات الأغذية ، المنسوجات ، الجلود ، الكيماويات ، والصناعات الهندسية والميكانيكية .

- كما تم إعطاء قطاع الخدمات أهمية كبرى فى تنمية وتطوير المدينة ، حيث استوعب أكثر من ٥٠٪ من فرص العمل ، ويشتمل على قطاعات المواصلات ، الاتصالات ، الخدمات المالية والتجارية والمهنية والخدمات العامة ( الصحة والتعليم ) ، بينما ارتبطت أهمية قطاع التشييد مع التقدم فى أعمال التشييد للمدينة .

وبمراجعة منجزات المدينة نجد أن قطاع الصناعة قد حقق فرص عمل أكبر من المستهدف ، حيث يعمل بالمصانع المنتجة حتى ٩٥/١٢/٣١ أكثر من ٩٦ ألف عامل فى ٦٧٥ مصنعا على مساحة ٥,٣ مليون نسمة وبرأس مال ٦,٤ مليار وقيمه

نسمة عند إعداد التخطيطات التفصيلية ، هذا بخلاف الامتداد الجارى إعداد دراسته ، التى أوضحت مؤشراتها إلى أن حجم المستهدف للامتداد يصل إلى مليون نسمة ، بخلاف التجمعين الواقعيين داخل كردون المدينة : الشيخ زايد أ ، ب وتجمع الزهور ، والتى من المستهدف أن يستوعب كل منها ١/٢ مليون نسمة ، وبذلك نجد أن مدينة ٦ أكتوبر وتوسعاتها وتوابعها سوف تستوعب ٢,٥ مليون نسمة حتى عام ٢٠٢٠ ومن المتوقع أن يسبب هذا الحجم لهذا التجمع مشاكل كثيرة وخاصة أنه يعتمد على مدينة القاهرة فى كثير من احتياجاته ، وبذلك يعد عبئا إضافيا على القاهرة وليس العكس ، كما كان مستهدفا أن يجذب السكان والصناعة .

#### ٤-٢ الحوافز الممنوحة للاستثمار فى المجتمعات الجديدة

تعد المجتمعات الجديدة تشجيعا للاستثمار الأجنبى والمحلى وذلك من خلال الآتى :

- توفير أراضى رخيصة الثمن ، وقد وصلت فى بعض الأحيان إلى أقل من التكاليف الفعلية لتوفير المرافق والخدمات لهذه الأراضى ، غير أن ذلك أغرى كثيرا من المستخدمين على استحواذ مساحات كبيرة لم يستخدم سوى جزء بسيط منها فى إقامة منشآته ، واحتفظ بالباقى لمواجهة التوسعات المستقبلية أو لاستخدامها ممنوحة بقيمتها السوقية الحقيقية كنصيب فى منشآت جديدة مع شركاء جدد ، وغيرها من التصرفات فى هذه الأراضى مما يعد سوء استخدام لحافز الأراضى الرخيصة ، وذلك يتطلب اتباع بعض القواعد للحد من شراء الأراضى الرخيصة بشكل مبالغ فيه منها :

\* تقويم الاحتياجات الحقيقية للمنشآت فى ظل دراسة جدوى أو تراخيص البناء الخاص لها والتى يجب أن تتضمن إمكانيات التوسع المستقبلية لها . كذلك بأن سياسة التشجيع تحتاج إلى مراجعته ، حتى يمكن التأكد من أن الراغبين فعلا فى الاستثمار الحقيقى هم الذين يحصلون فقط على الأراضى .

بالنسبة للإجازة الضريبية فعلى الرغم من أنها تشجيع للاستثمار فى المدن الجديدة ، إلا أنها يجب أن تفرق بين



كما أن القطاع يعمل به حتى ١٢/٣١/١٩٩٤ ٦٢٢٧ عاملا في ١١٦ مصنعا على مساحة ٣,٤ مليون م<sup>٢</sup> برأس مال قدره ٠,٣٨ مليار وقيمة إنتاج سنوى ٠,٧٧ مليار جنيه ، وبذلك نجد أن القطاع لم يحقق ما كان مستهدفا .

أيضا قطاع الخدمات الأساسية لم يحقق المستهدف ، رغم تشييد مجمع الوزارات بتكلفة بلغت ٦,٩ مليون جنيه عام ١٩٨٦ ، ولكن إلى الآن لم يستخدم المجمع ولم تتخذ الخطوات التى تسمح للمدينة بأداء دورها على المستوى القومى أو الإقليمى .

كذلك قطاع الخدمات غير الأساسية بالمدينة لم يوفر سوى نسبة ضئيلة مما كان مستهدفا خلال هذه المراحل ، كما أن قطاع التشييد فى ظل بطء عمليات التشييد بالمدينة يكون دوره ضئيلا جدا .

\* وفى مدينة برج العرب الجديدة استهدف أن تحقق الأنشطة الاقتصادية من خلال الصناعات ، مع القيام بدور مركز خدمى على المستوى الإقليمى ، على أن تتوفر فرص عمل بإجمالى ١٥١ ألف فرصة عمل ، منها ٦٠ ألف فرصة فى الصناعات ، ٨٠ ألف فرصة عمل فى الخدمات ، إضافة إلى ١١ ألف فرصة عمل فى التشييد ، وقد استهدف أن يشتمل قطاع الصناعة التشييد والبناء فى المراحل الأولى ، إضافة إلى صناعة المنسوجات والملابس والمنتجات الجلدية والطباعة والتعبئة والتغليف وصناعات الكيماويات وصناعة الأغذية والمشروبات والصناعات المعدنية والإلكترونية .

أما قطاع الخدمات فقد استهدف أن يوفر الخدمات العامة والاجتماعية والتجارية والترفيهية والثقافية ، وذلك بصورة متوازنة مع نمو سكان المدينة .

كما اقترح أن يكون لقطاع التشييد دور هام فى بداية نشأة المدينة ، تنخفض هذه الأهمية مع التقدم فى نشأة وإقامة المدينة .

وبمراجعة ما تم تحقيقه حتى ١٢/٣١/١٩٩٤ من المستهدف ، نجد أن الصناعات لم تحقق سوى نسبة ضئيلة لا تتعدى ٢٠٪ من المستهدف حيث يعمل بالقطاع ١١ ألف عامل على مساحة ١,٣ مليون م<sup>٢</sup> وبرأس مال مستثمر ٠,٥٥ مليار

إنتاج ٩ مليار جنيه ، مع إمكانية استيعاب ١٦ ألف عامل فى المصانع تحت الإنشاء ، بينما يعمل فى قطاع التشييد ٤٣٠١ عامل بنسبة ٢٥٪ من المستهدف ، مما يدل على تراجع قطاع التشييد .

\* وفى مدينة السادات حدد خطوات مخطط التنمية بالآتى :

- ١- إعادة توطين عدد من الأنشطة الحكومية المركزية بالمدينة
- ٢- أن تقوم المدينة بدور خدمى إقليمى .
- ٣- أن تعتمد القاعدة الاقتصادية على صناعات الحديد والصلب المرتبطة بها .

وذلك بإجمالى فرص عمل قدرها ١٦٥ ألف فرصة عمل منها ٦٠ ألف فرصة عمل فى الصناعات ، ومثلها فى الخدمات غير الأساسية ، بينما يخص الخدمات الأساسية ٢٥ ألف فرصة عمل ، والتشييد ٢٠ ألف فرصة عمل .

وقطاع الصناعة تم وضع مقترحات تنميته وفقا لما تم الاتفاق عليه مع وزارة التخطيط ، ومنها صناعات الحديد والصلب والصناعات المرتبطة بها ، وصناعة وسائل النقل ثم الصناعات الورقية وصناعات الغزل والنسيج والصباغة والملابس ، ثم الصناعات الغير معدنية ومنها الكيماويات ومواد البناء والبلاستيك والجلود ، ثم صناعة المواد الغذائية .

كما تم إعطاء قطاع الخدمات الأساسية أهمية للجذب من التركيز الخدمى الشديد فى القاهرة للخدمات المركزية الحكومية ومنها بعض الوزارات .

بينما غطى قطاع الخدمات غير الأساسية باقى الخدمات ، كالمواصلات والاتصالات والتجارة والمرافق وخدمات المجتمع وغير ذلك من الخدمات حيث يستوعب هذا القطاع فى نهاية الخطة ٦٠ ألف فرصة عمل .

أما قطاع التشييد فيلعب دورا هاما خلال المراحل الأولى من نمو وتنمية المدينة .

وبمراجعة ما تم تخطيطه نجد أن قطاع الصناعة لم يحقق الخطه ، فلم يتم تنفيذ مصنع الحديد والصلب ولا الصناعات المكمله ، أيضا لم يتم تنفيذ مصانع النقل بأنواعها . بينما حقق باقى الصناعات الأخرى نسب متواضعة مما كان مستهدفا ، وهى صناعات الورق والنسيج والصناعات الغذائية وغيرها ،



## قطاع التشييد والبناء .

مما سبق نجد أن المدن الجديدة لم تحقق الأداء الاقتصادي المنوط بها ، وخاصة مدينة السادات ومدينة برج العرب ، بينما نجد أن كل من العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر حققت فرص العمل المستهدفة وتعدته ، إلا أنها لم تحقق الهياكل الصناعية المتكاملة والمتوازنة .

كما أن هذه المدن لم تحقق الأنشطة الخدمية والسياحية المستهدفة ، ويرجع السبب في إخفاق التنمية الاقتصادية في المدن الجديدة إلى :

- العوائق والمشاكل المرتبطة بالبيروقراطية .
- عدم توافر المرافق والخدمات الأساسية .
- الاهتمام الشديد بالتنمية الصناعية وإهمال أوجه الأنشطة الاقتصادية الأخرى ، وخاصة السياحة والخدمات .
- عدم ملائمة المناخ العام للاستثمار في مصر بشكل عام ، مما يضعف من زمن نجاح هذه المجتمعات في جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية .
- عدم عدالة توزيع الاستثمارات على المدن المختلفة .

## ٤-٤ المشكلات التي تواجه تنمية المدن الجديدة

هذا وتعرض المدن الجديدة للعديد من المشكلات من أهمها مشكلة السكان ، فحتى الآن لم تحقق المدن الجديدة الأعداد المستهدفة تبعا لخططها ، حيث تبلغ نسبة ما حقق من سكان حتى الآن : مدينة السادات ٧٪ ، برج العرب ٣٪ بينما تبلغ النسبة ٢٠٪ في كل من العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر . ويمكن إرجاع بطء الاستيطان البشري بالمدن والمجتمعات الجديدة بصفة عامة إلى الآتي :

١- إقامة المدن في الصحراء عملية بالغة الصعوبة تتطلب جهدا شاقا لخلق مجتمع جذاب تتوافر فيه ظروف أفضل من تلك المتاحة في العمران الحالي حتى تستطيع جذب السكان ، والصعوبة تكمن في عدم وجود قواعد سكانية تقام عليها المدن الجديدة وفقا للتجارب العالمية السابقة .

٢- محدودية الإمكانيات مما لا يسمح بتخصيص الاستثمارات اللازمة لتكلفة إنشاء وتسيير وإدارة المدن الجديدة بصورتها المطلوبة ، ويكون ذلك سببا في انخفاض معدل

جنيه وبقيمة إنتاج سنوي ٠,٧٢ مليار جنيه ، غير أن صناعة الطباعة والتعبئة والتغليف حققت ٣٥٪ من المستهدف ، كذلك قطاع الخدمات وقطاع التشييد لم يحقق أيضا ما كان مستهدفا .

\* مدينة ٦ أكتوبر استهدف من إقامتها جذب السكان والصناعات الخفيفة وتشجيع السياحة ، وقد خطط أن توفر المدينة ١٢٥ ألف فرصة عمل حتى عام ٢٠٠٠ من خلال الأنشطة المقترحة ٥٠ ألف فرصة في قطاع الصناعة ، ٤٦ ألف فرصة في الخدمات ، ٢٠ ألف فرصة عمل في السياحة إضافة إلى ٩ آلاف فرصة عمل في قطاع التشييد والبناء .

وقد استهدف من قطاع الصناعة أن يغطي الصناعات التحويلية على أن يعتمد التركيب الصناعي على صناعات الأغذية والمنسوجات ومواد البناء والبلاستيك والكيماويات والصناعات الهندسية والكهربائية ، بينما استهدف من قطاع الخدمات أن يلبي احتياجات وتطور المدينة بحيث يشمل القطاع على خدمات النقل والمواصلات والخدمات المهنية ومراكز الصيانة وخدمات التعليم والصحة والخدمات الإدارية والمالية .

أما قطاع السياحة فيعد من القطاعات الإنتاجية ، فهو أحد الأبعاد الاقتصادية الهامة في المدينة ، لما تتمتع به منطقة الأهرامات القريبة من المدينة من خبرة سياحية عالمية ، إضافة إلى ما يتمتع به موقع المدينة وإشرافه على منطقة الأهرامات .

بينما قطاع التشييد والبناء استهدف منه أن يلاحق تطور وتنمية المدينة على الرغم من أن حجم العمالة المحدد للقطاع يتعارض منطقيا مع كبر حجم الإنشاءات وخاصة في المراحل الأولى .

وبمراجعة ما تم إنجازه نجد أن قطاع الصناعة يعمل به حتى ١٢/٣١/١٩٩٤ ٥٦ ألف فرصة عمل ، على مساحة ٣,٥ مليون متر مربع ، وبراء مال مستثمر قدره ٢,٥ مليار جنيه وبقيمة إنتاج ٥,٤ مليار جنيه ويعد ذلك أكثر مما كان مستهدفا في نهاية الخطه . هذا بخلاف ٣٨ ألف فرصة عمل في المصانع الجاري إقامتها . وهذا يرجع إلى النهضة الصناعية بالمدينة والتي فاقت ما كان مخططا .

غير أن قطاع الخدمات لم يوفر سوى نسبة ضئيلة مما كان مستهدفا وهو ما يتناقض مع خطة المدينة ، وينطبق ذلك على



٧- المدن الجديدة أقيمت فى مناطق هامشية ، ولم تنشأ فى مناطق ذات إمكانيات كامنة أو موارد طبيعية يمكن استغلالها أو الاستفادة منها ، وبذلك اعتمدت فى تميمتها على الاستيراد الداخلى والخارجى من مواد أولية وخامات لازمة لعمليات التشييد والبناء ، وأيضا الخامات اللازمة للأنشطة والصناعات ، وأيضا استيراد العمالة بجانب استيراد رأس المال المستثمر ، بذلك نجد أنها أقيمت فى مناطق خالية من أى مقومات وإمكانات مادية أو بشرية .

٨- النشاط الزراعى لم يحقق ما تم استهدافه حيث كان مخططا أن يستزرع ١٣٦٣ كم ٢ أى ما يقرب من ١/٢ مليون فدان لم يستزرع منها سوى نسبة لا تتعدى ١٠٪ من المسطح المستهدف ، علما بأن هذه الأراضى الزراعية من أهم مقومات الجذب السكاني ، كما أنها ترفع من قيمة المدن الجديدة حيث تعمل على زيادة قاعدة الاستثمار الزراعى كأحد عناصر التقنيه ، كما تعمل على تلبية احتياجات المدن الجديدة من المواد الغذائية ، إضافة إلى قلة تكلفة فرصة العمل فى النشاط الزراعى عنها فى النشاط الصناعى .

من أوجه القصور التى لا تشجع على الانتقال والإقامة بصفة دائمة فى المدن الجديدة أيضا:

١- ارتفاع تكلفة المسكن مع انخفاض متوسط الدخل الذى يتراوح بين (١٢٥ : ١٥٠) جنيها ، يمكن تخصيص ٢٥٪ منه للمسكن سواء فى صورة إيجار أو قسط تمليك ، ولكن مع ارتفاع قيمة الأقساط والمقدمات والإيجار الشهري أحجم أغلب العاملين عن السكن بالمدن الجديدة ، كما أن الفجوة بين تكلفة المسكن والدخل أدت إلى ظهور الإسكان العشوائى ببعض المدن .

٢- ارتباط مصالح بعض العاملين بالمدن الجديدة بالموطن الأصلية بأنشطة أخرى يمارسونها مثل الأراضى الزراعية أو الأنشطة التجارية أو الارتباط بخدمات غير متوفرة فى المدن الجديدة .

٣- صعوبة الحصول على السكن المناسب بالسعر الملائم وفى الموقع الملائم بالقرب من الأنشطة التى يمارسونها .

٤- تدنى الخدمات الحكومية وغير الحكومية وعدم توافرها كما

توفير الخدمات المختلفه ، ومحدودية الحوافز التى يمكن أن تجذب الاستيطان البشرى إليها ، وذلك يتطلب دخول القطاع الخاص بمساهمات جادة فى هذا المجال .

٣- عدم توافر مقومات الجذب السكاني بدرجة كافية ، وخاصة الأنشطة والخدمات الداعمه ، مثل المراكز الرئيسية للوزارات والهيئات والمراكز التعليمية والعلاجية التى تستلزم وجود أعداد كبيرة من السكان والعاملين ، يستثنى من ذلك النشاط الصناعى الذى استطاع أن يجذب نسبة ضئيلة تبلغ ٨٪ من مجموع العاملين به للإقامة بصفة دائمة فى المدن الجديدة .

٤- إطلاق بيع الأراضى فى البداية دون ضوابط وبسعر منخفض وبمساحات كبيرة لأفراد غرضهم الأساسى المضاربة على احتمال ارتفاع سعر الأرض .

وفى الآونة الأخيرة ، اتجهت السياسات إلى بيع الأراضى بمساحات كبيرة جدا تغرى صاحبها بالاحتكار ، ورفع سعر الأراضى ، مما يؤثر على عمليات العمران . ومن الأفضل تبنى سياسة مدروسة للبيع والتخصيص .

٥- تعد مصادر التمويل من المشكلات التى تعوق تنمية المجتمعات الجديدة ، وتحقق التنمية الاقتصادية فى الأنشطة المختلفه ، صناعية - زراعية - خدمية ، وخاصة لمشروعات البنية الأساسية والخدمات الاجتماعية ومشروعات الإسكان ، وذلك لأسباب من أهمها تزايد عدد المدن والتجمعات الجديدة ، وكبر حجمها وقصور التمويل الذاتى مما يتطلب فكرا جديدا للتجمعات : عمرانية (أنوية) بأحجام مناسبة قائمة على موارد حقيقية تجذب المستثمرين والممولين .

٦- الإدارة من المشكلات التى تحد حجم عمليات التنمية بالمدن الجديدة ، حيث استخدم المسئولون عن المدن الجديدة الأساليب والمناهج التقليدية فى إدارة المدن الجديدة ، فبدت غير ملائمة لكيانات حضرية تتسم بسرعة الانطلاق فى حركتها ، والديناميكية فى نموها ، مما يستلزم نماذج إدارية جديدة تأخذ بتكنولوجيا العصر فى الوحدات الإدارية الجديدة لتلائم والمجتمعات الجديدة .



وكيفاً في مجالات التعليم والصحة والأمن والمواصلات والخدمات الترفيهية والتمويلية وخدمات المرافق ، مع سوء توزيعها .

٥- ارتفاع أسعار المعيشة بالمدن الجديدة عنها في المدن القائمة .

٦- انخفاض معدل إشغال الوحدات المسلمة بنسبة ٥٥% من الوحدات تم إغلاقها بعد استلامها مما أدى إلى تدنى معدلات الإشغال وتدنّى الكثافة العمرانية بصفة عامه .

#### ٤-٥ الآراء النقدية للمدن الجديدة .

والمدن الجديدة تعرضت للعديد من الآراء النقدية في أساس الفكرة وفي الطريقة والأسلوب المتبع في تنفيذ السياسه .

إلا أن الفكرة ذاتها أصبحت واقعا وأحد السياسات التي تنتهجها الدولة لتوجيه التنمية العمرانية ، ومن أهم الانتقادات الموجهة لهذه المدن الآتى :

- المدن الجديدة بشكلها وتوزيعها الحالي لن تسهم في علاج مشكلة السكان حيث أن التوزيع الحالي يحاول علاج المشكلة في صورتها الأخيرة ، وليس القضاء على المشكلة من جذورها ، فالجهود موجهة نحو القاهرة ، مما يعنى تفاقم المشكلة وتعقدها ، فضلا عن استمرار تدفق المهاجرين إلى القاهرة وما حولها من تجمعات عمرانية جديدة .

- جذب الصناعات والأنشطة للمدن الجديدة تطلب أن تكون المدن الجديدة على مسافة قريبة من المراكز الحضرية الكبرى إلا أن قربها سوف يشكل عبء إضافيا على هذه المراكز ، وذلك لتفضيل العاملين بالأنشطة داخل المدن الجديدة ، الاستيطان بهذه المراكز لتمييزها بالخدمات .

- دراسات التقييم التي تمت للمدن الجديدة اتضح منها أن هناك اختلافا كبيرا بين أرقام التنفيذ وبين الأحجام المخطط على أساسها ، فالحجم السكاني لم يتعد ٢٠% من الأحجام المستهدفه .

- طموح خطط المدن الجديدة وخاصة في تكاليف الإنشاء ، فالتكلفة الرأسمالية لهذه المدن في ارتفاع ، ولا تتناسب مع العائد من بيع أراضي تلك المدن ، حيث يبلغ نصيب الفرد من

تكاليف البنية الأساسية في مدينة العاشر من رمضان ٨٠ جنيها ، ومن تكاليف الخدمات ٧٥ جنيها بينما يبلغ نصيب الفرد من بيع الأراضي ٣٥ جنيها ، ويترتب على ذلك أن نسبة ما يسترد من رأس مال المستثمرين في البنية الأساسية والخدمات ضئيل جدا ، بحيث لو قامت الدولة بالتصرف في الأراضي تبعا للتكاليف الفعلية فلن تمثل المدن الجديدة عنصر جذب للسكان .

- حتى الآن هناك صعوبة في إقناع الأفراد في تغيير سلوكياتهم والانتقال إلى هذه المدن بالرغم من الدعاية الضخمة ، وتوفير عناصر الجذب ، وذلك يتطلب أن تكون العوامل الاجتماعية وعناصر الجذب ، بصورة أكثر فاعلية وواقعية عند بداية إنشاء المدن .

- سياسة المدن الجديدة سياسة كثيفة رأس المال ، ويترتب عليها تخصيص مبالغ ضخمة واستقطاعات كبيرة من الإنفاق العام ، حيث أن تكاليفها كبيره . غير أن هناك عوامل اجتماعية تبررها . والصعوبة تكمن في كيفية تقدير تلك العوامل ، وحتى الآن لا يوجد إطار محدد لدراسة التكلفة والعائد من إنشاء هذه المدن .

- تجربة المدن الجديدة أثبتت أن هناك ضرورة للتخطيط المستمر لمخططات وامتداد هذه المدن حتى لا تتحول هي الأخرى إلى مجتمعات عشوائية يتوطن فيها بعض العمال غير المهرة وعمال البناء والتشييد من أجل البحث عن فرص عمل في هذه المدن .

#### ٥- الأتوية العمرانية كأساس لتنمية الصحراء

مما سبق من دراسات ورصد لتجربة المدن الجديدة ، وبالرغم من الحجم الهائل للاستثمارات التي تم توظيفها على هذه المدن ، إلا أننا نلاحظ وجود فجوة بين الواقع الفعلي ومعدلات الاستقطاب والنمو المستهدفه ، كما تلاحظ عدم قدرة الفكر التخطيطي على صياغة استراتيجية للتنمية العمرانية والاستيطان تعبر عن الواقع المصري ، آخذة في الاعتبار الموارد والإمكانيات البسيطة للدولة ، والاحتياجات الأساسية للسكان والفئات المستهدفة من الاستيطان .

وبالرجوع إلى تجربة العمران في مصر نجد أنها ظلت خلال



المناسب للمناطق الصحراوية بالأطراف ، بحيث تشكل شبكة من الأنوية العمرانية منتشرة على صفحة الإقليم الصحراوى .

وذلك من خلال إطار أيكولوجى متزن لعلاقة هذه الأنوية ببعضها البعض بيئيا ووظيفيا ، وذلك تبعا لقدرة النظام البيئى على استقطاب أنشطة عمرانية .

لذا يجب أن تحتوى النواة على قدر عالى من ديناميكية النمو والتخلى عن الأشكال الشائعة للتشكيل العمرانى فى المدن الجديدة ، والتي تعتمد على وحدات استاتيكية مفتقدة للمرونة فى النمو ، فهى وحدات متدرجة مغلقة على مركز خدمى بوسطها .

بل يجب أن يكون التشكيل مفتوحا على الخارج يعتمد على محاور نمو قوية ، وبذلك يكون التشكيل مناسبا لخصوصية نواة المنشأ ، كما أن فكرة النواة تعطينا مدخلا لقبول فكرة الملاءمة التزايدية طبقا للتغيرات التنموية وظروف نمو المدينة ، ففكرة الملاءمة التزايدية لديها القدرة على مرونة التعديل المستمر للخطط والبرامج ، كما أنها تعطى الفرصة للتمويل الذاتى من خلال دعم مراحل التنفيذ للمراحل التالية من خلال مبدأ استرداد التكلفة ، مما يكون له تأثير إيجابى على اقتصاديات المدينة وعدم إهدار الاستثمارات .

إن إعادة توزيع الأدوار بين التخطيط والإدارة فى فكرة النواة ، يعنى وضع إطار تخطيطى مرن تنمو فى محتواه نواة المدينة ، بينما تتركز جهود التنمية بعد ذلك فى إدارة نمو النواة فى ظل الظروف والتغيرات المستقبلية .

إن التعمير العمرانى لهذه الفكرة يكون فى صورة اشتراطات مناطق ، من خلال مخططات جزئية تنمو فى إطار مخطط هيكلى للتنمية ، وفى ضوء ظروف واحتياجات النمو ، بينما يعطى مزيدا من الاهتمام لإدارة عمليات نمو النواة بحيث يصبح المفهوم الجديد للعملية العمرانية مزيدا من الإدارة قليلا من التخطيط .

مما سبق يجب توزيع الأدوار للجهات المشاركة فى النتاج العمرانى حسب الآتى :

أن يتغير دور المخطط العمرانى من صانع إلى مشارك من

العقود الماضية نتاجا شعبيا مبنى على وعيه باحتياجاته وإمكانياته ، مما يثبت قدرته على تولى عمليات الإنتاج العمرانى بنفسه ، تمويلا وتنفيذا من خلال موارده وإمكانياته الدائمة ، بينما تجربة المدن الجديدة لم تجعل له دورا داخل العملية العمرانية . مما يستلزم مراجعة شاملة للعديد من السياسات والمفاهيم والبرامج التخطيطية التى تناولت الاستيطان والمدن الجديدة خلال الخمسة عشر عاما الماضية ، للتحقق من ملاءمتها لواقعنا وإمكانياتنا فى مصر ، مع إعادة النظر فى البرامج والخطط . هل نريد مدنا جديدة أم أنوية جديدة . فالنواة ليست عضوا يمثل جزءا من كل ، فهى كيان مكتمل فى حد ذاته ، فنواة المدينة هى بذرة المدينة ، وهى تختلف عن باقى أجزاء المدينة بعد اكتمالها فى التشكيل والمكونات من حيث الحجم والقدرة الاستيعابية ، ومن حيث مكوناتها الإسكانية والخدمية وعلاقاتها بآماكن العمل ، ومن حيث أسلوب إدارة عمليات التنمية العمرانية بها . والنواة العمرانية هى الخلية الأساسية التى تحمل خصائص ومكونات عمرانية خاصة قادرة على تكوين بداية للاستيطان والنمو فى إطار إقليمى مناسب .

فاستخدام فكرة النواة يمكننا من خلق مدن طبيعیه ، وليست مدنا مصطنعة ، وذلك من خلال خلق النواة ، وترك تراكم وتشابك القرارات والأنشطة للسكان ، حيث أن المدن تتكون وتشكل كيانها وطابعها من خلال آلاف الأنشطة والقرارات الفردية والصناعية ، والتدخل من جانب المخططين يجب أن يكون فقط فى وضع إطار عام مرن تصب بداخله هذه الأنشطة من خلال وعى تام بديناميكية هذه القرارات فى الأنشطة فى العمران والمجتمع المصرى .

فتجربة المدن الجديدة فى الصحراء لم تتخط المناطق الهامشية على أطراف الوادى والدلتا ، وذلك للاستفادة من اقتصاديات البنية الأساسية وتوافر الخدمات ومقومات النجاح ، ولم تمتد لتشمل مفهوما جديدا للتنمية والتعمير فى الأطراف الصحراوية والتى تتطلب بالتأكيد نمطا مختلفا للتعمير .

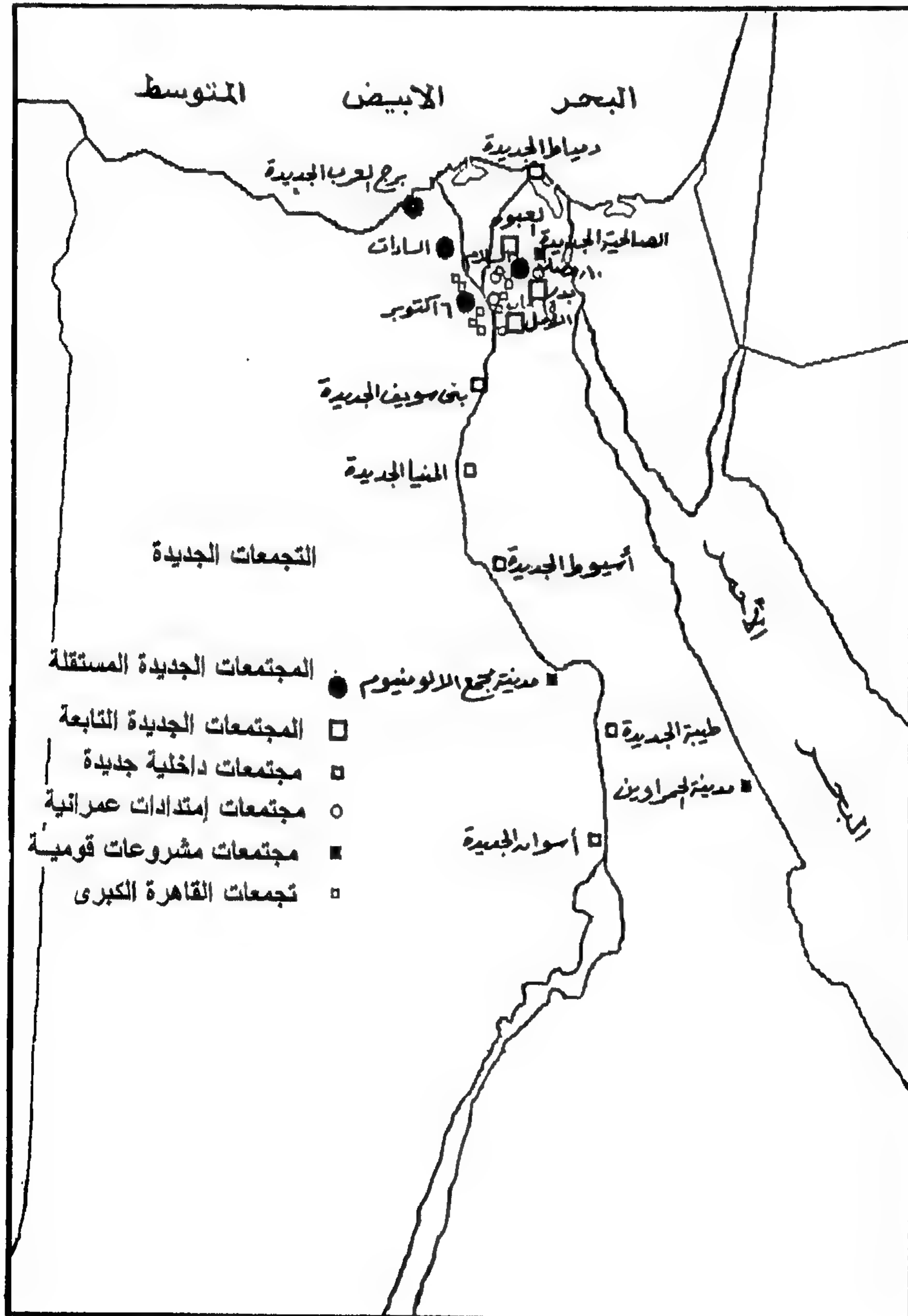
فالمناطق الصحراوية تعتبر مناطق هشة بيئيا ، قليلة الموارد ، ولا يمكنها تحمل تجمعات عمرانية ضخمة ومكثفه ، لذا فإن فكرة النواة تعتبر الفكر المناسب لنمط الاستيطان



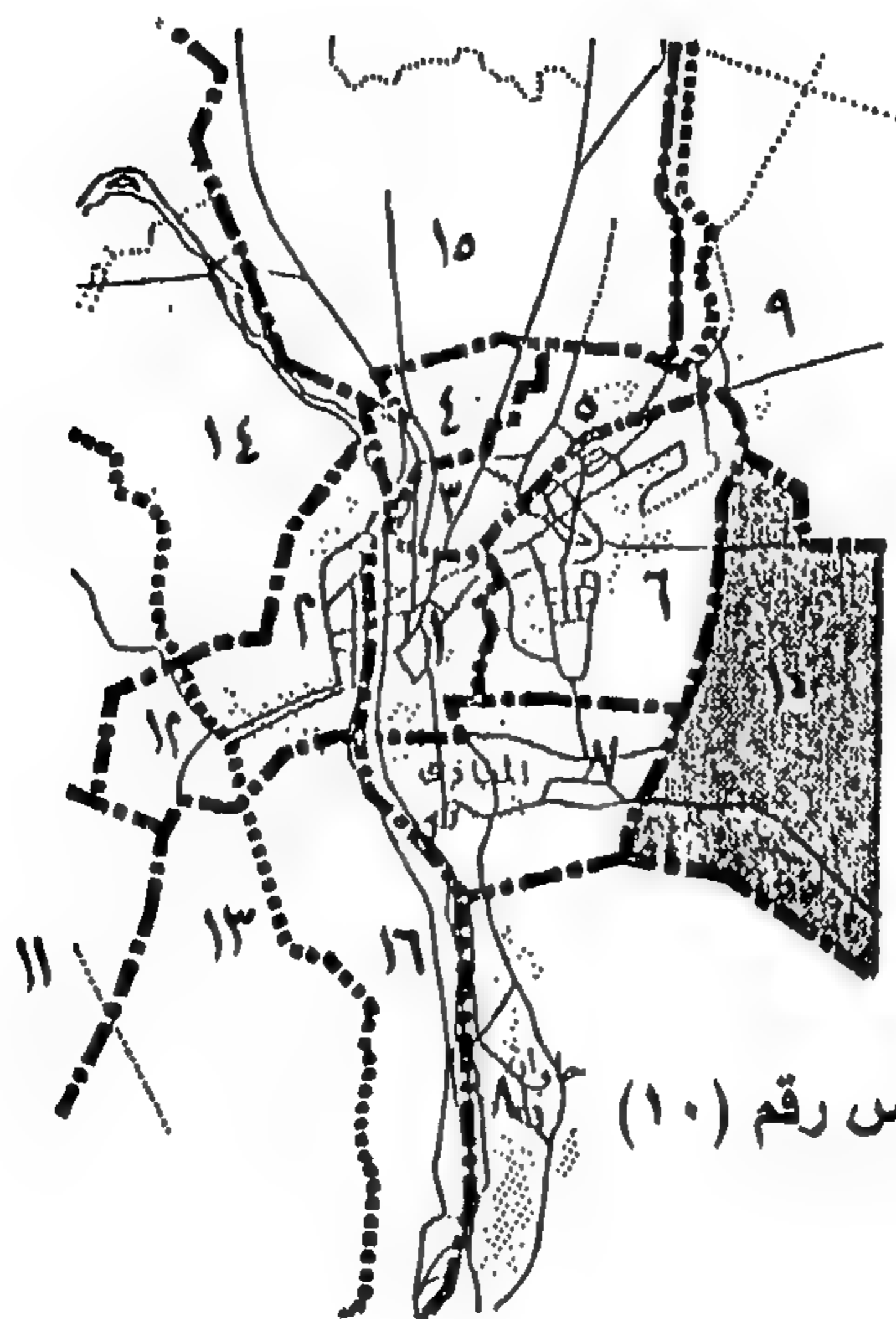
وبذلك يتم الاستفادة من الطاقة الكامنة لدى الفئات الشعبية وتفجيرها فى عملية العمران ، حيث أن ما نحتاجه فقط هو التوجيه والإدارة الواعية لهذه الطاقات ، لكى تصب داخل عملية عمرانية جماعية ومستمره ، تعتمد على التكامل بين الأفراد والمخططين .

على أن يتم تنظيم السكان من خلال تنظيمات جماعية لتشكيل النواة وضمان استمراريتها ، وتنظيم وضبط عمليات التنمية الشعبية ، وذلك بالتنسيق مع الجمعيات والتعاونيات والنقابات .

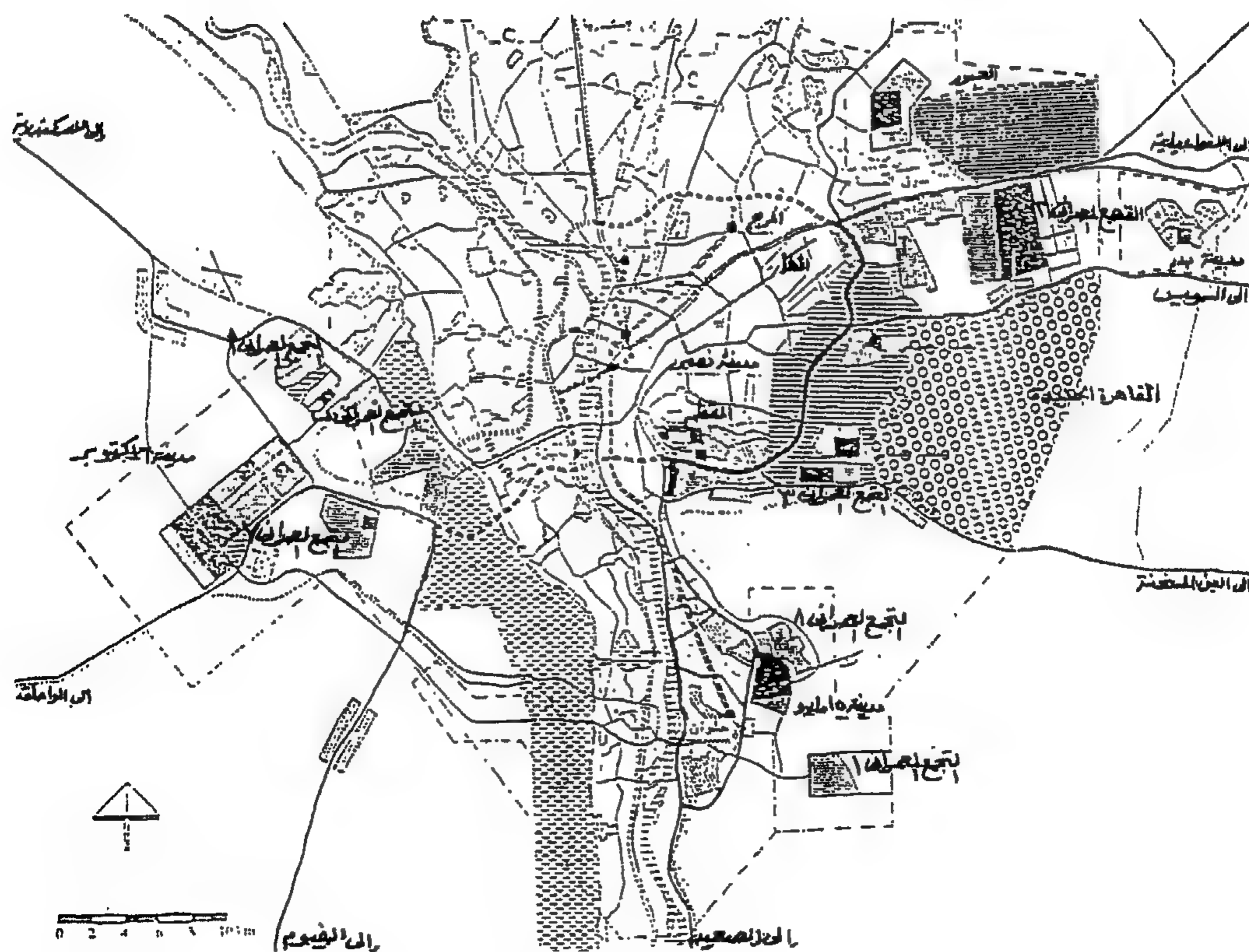
خلال عملية عمرانية مستمره ، وأن تمتد مشاركته فى مختلف مراحل عملية الاستيطان ، من التصميم والتنفيذ والتنمية إلى المتابعة والتطوير والاستكمال ، وأن يقوم بدور توظيف إمكانيات كل من الدولة والسكان داخل إطار مرن للنمو ، ويعتمد على نواة جديدة ، على أن يقتصر دور الدولة على تقديم الدعم المناسب لنمو النواة فى البدايه ، وأن يقل تدريجيا ليعطى دورا أكبر للأفراد فى قيادة عمليات التنمية ، وأن يقتصر على الإمداد بالخدمات والبنية الأساسية بينما يترك عمليات التنمية الإسكانية للأفراد .



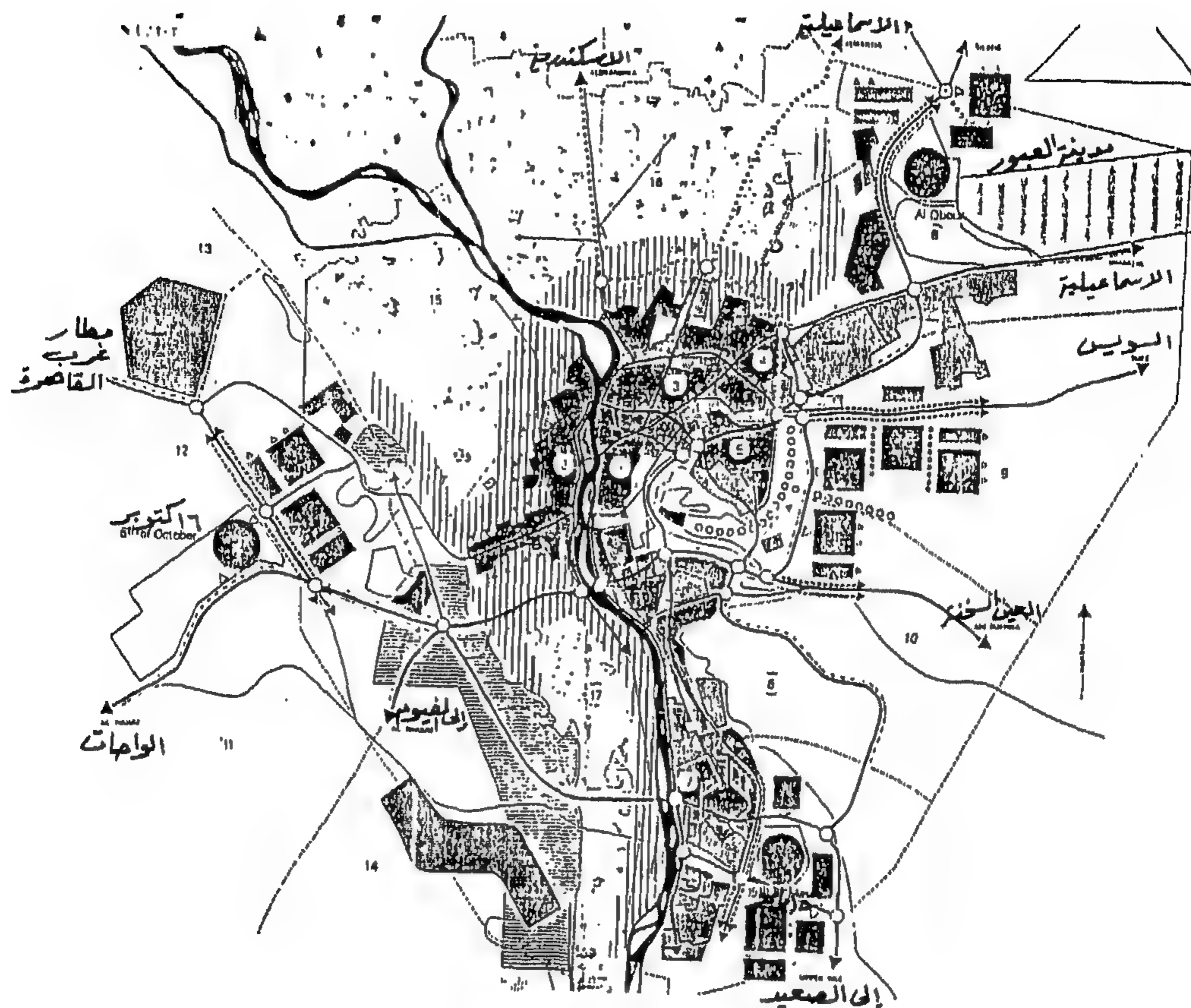




موقع القطاع المتجانس رقم (١٠)







## استراتيجية التنمية:

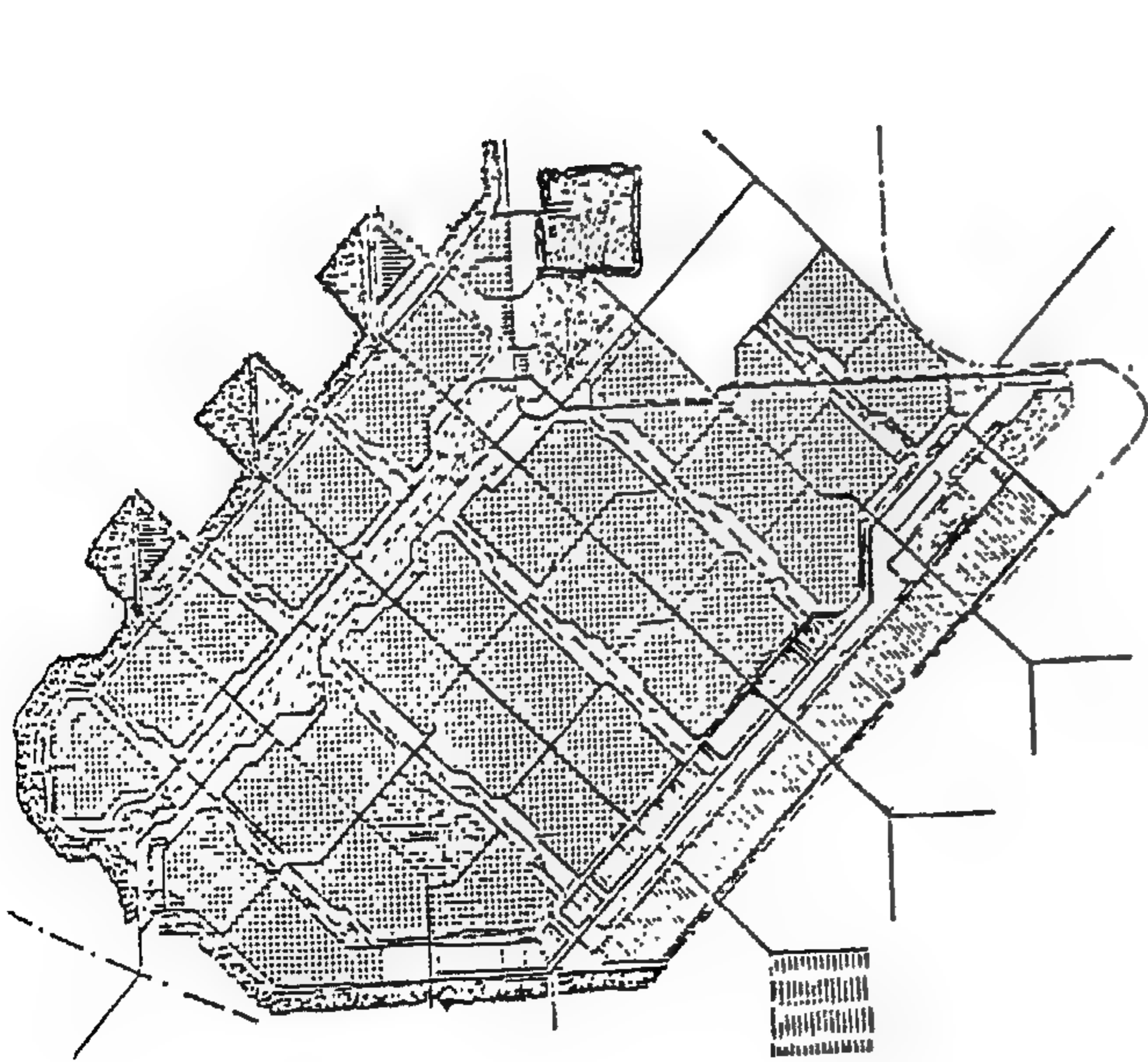
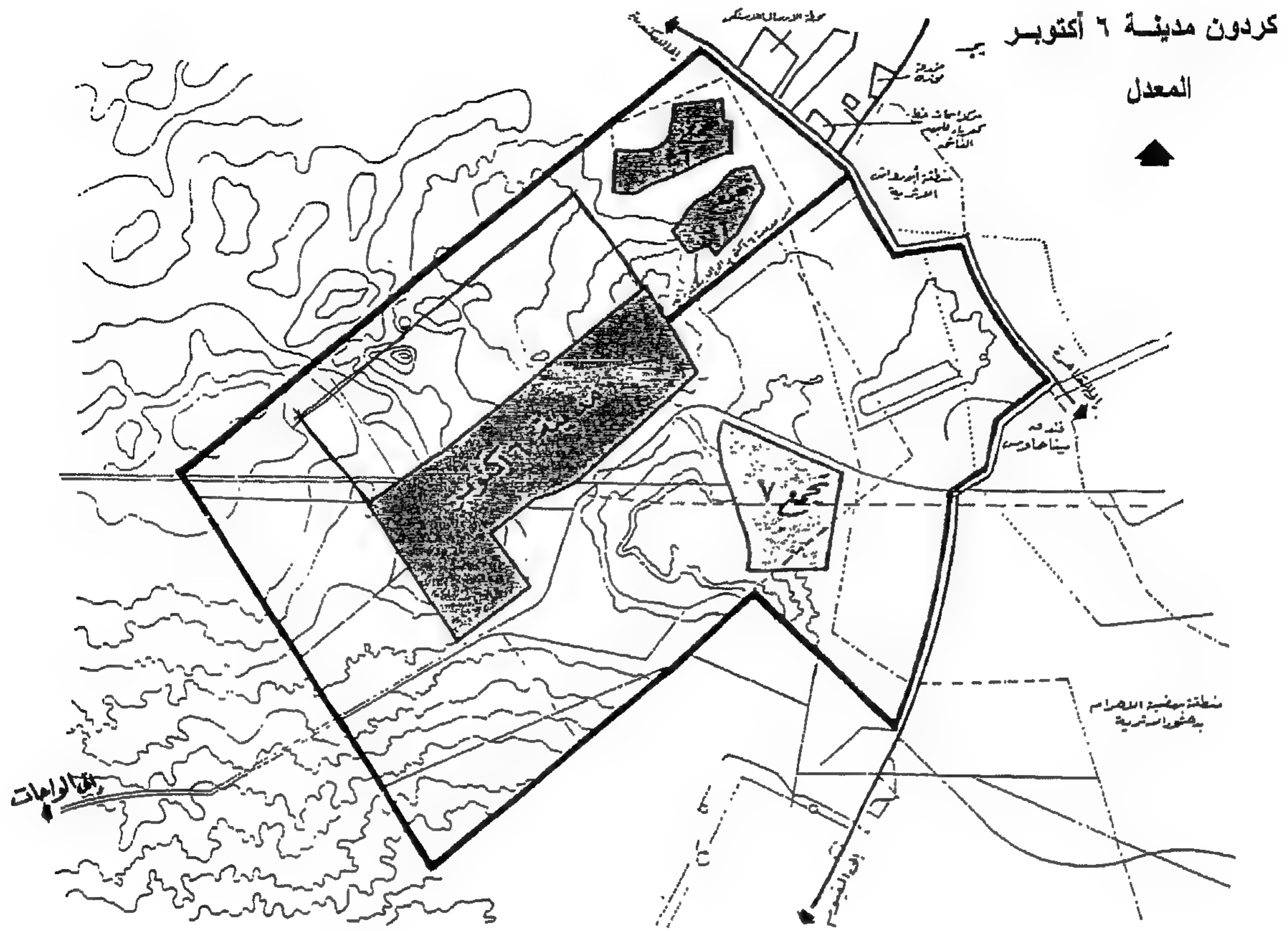
محاور ممرات التنمية	—
الامتداد المستقبلي لممرات التنمية	▶
الاتجاه المقترح للنمو	▷
مناطق ذات تعرض خطر للزحف العمراني	
مناطق ذات تعرض خطر للزحف العمراني	
مناطق فاصلة	ooo
مناطق عمرانية قائمة ومناطق مقترحة للتنمية :	
المناطق العمرانية الرئيسية ١٩٧٧م	■
مسكن ذات طابع ريفي	■
ممتلكات حكومية	■
مناطق صناعية قائمة	■
مناطق مقترحة للتنمية	■
مناطق مقترحة للأنشطة	■

## الحدود والمواقع :

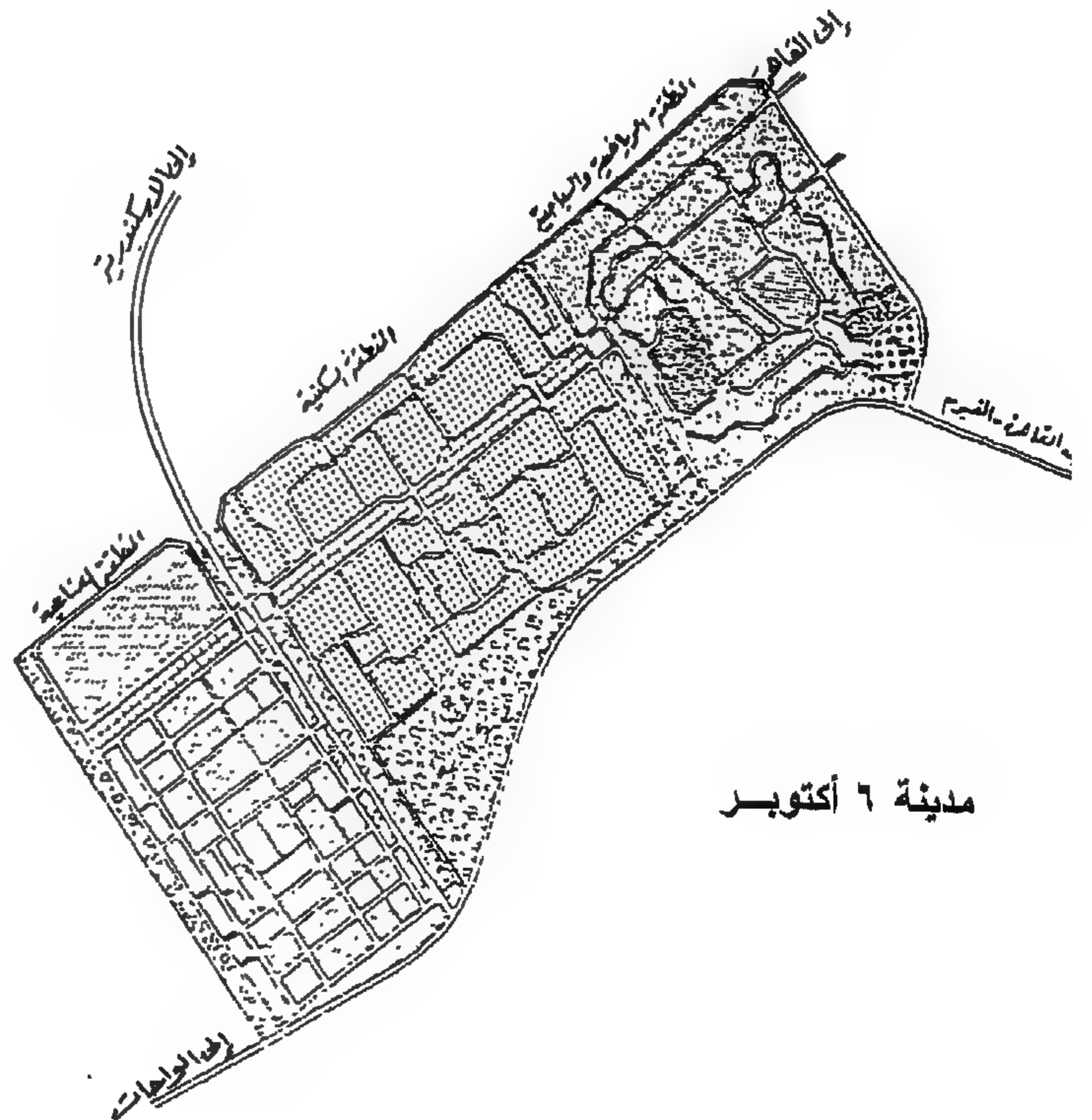
حدود إقليم القاهرة الكبرى	—
حدود القطاع المتجانس	—
رقم القطاع	5
حدود منطقة سكنية جديدة	—
أراضي زراعية يجب المحافظة عليها	—
أراضي زراعية مستصلحة	—
ميل أكثر من ١٥ %	—
كثبان رملية	—
مقابر	—
مناطق تاريخية وأثرية	—
البنية الأساسية	
طريق حضري	—
طريق إقليمي سريع	—
طريق ذو مدخل محدود	—
تقاطع	○
مدخل المناطق العمرانية	▷
سكة حديدية	—
محطة سكة حديد	■

استراتيجية تنمية إقليم القاهرة الكبرى





مدينة السادات



مدينة ٦ أكتوبر



## المراجع العربية

- إبراهيم . أ. ه : المدن الجديدة فى النظرية والتطبيق : جامعة الكويت (١٩٨٠)
- الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء : النتائج الأولية للتعداد العام للسكان ١٩٨٦
- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، القاهرة (١٩٨٨)
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - إقليم القاهرة الكبرى - تخطيط التنمية الحضرية حتى عام ٢٠٠٠ - التخطيط الهيكلى .
- المدن الجديدة علامات مضيئة على خريطة مصر - وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة - ١٩٨٠
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى : خريطة التنمية والتعمير لجمهورية مصر العربية عام ٢٠٢٠ - الدراسة السكانية - نوفمبر ١٩٩٤
- د. طاهر الصادق : المنهج التخطيطى الملائم للعمران فى مصر - مؤتمر المأوى والصحة والأسره ، أكتوبر ١٩٨٩ م .
- د. طارق عبد اللطيف - د. مجدى ربيع - المشاكل التطبيقية للمدن الجديدة وتقييم تجربة المدن الجديدة - مؤتمر العواصم والمدن العربية .
- سيد محمد عبد المقصود : سياسة المجتمعات والمدن الجديدة فى مصر ومحاولة للتقييم من منظور مكانى - ندوة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمدن الجديدة - إبريل ١٩٨٦
- طلعت الدمرداش إبراهيم : دراسة جدوى إنشاء المدن الجديدة فى ج.م.ع - رسالة دكتوراه - قسم الاقتصاد - كلية التجارة - جامعة الزقازيق ١٩٩٠ .
- م. محمد الخطيب - الأنوية العمرانية مدخل لتقييم تجربة الاستيطان فى مصر - مؤتمر نحو صياغة استراتيجيات قطرية وإقليمية للتنمية الحضرية فى العالم العربى ١٥ : ١٨ ديسمبر ١٩٩٠ .
- نهى السيد حامد : المدن الجديدة فى مصر ، نشأتها وتنميتها ومقترحات بشأن سياسة بديلة - ندوة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمدن الجديدة - إبريل ١٩٨٦ .
- وزارة التخطيط " الخطة الخمسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية (١٩٨٣/٨٢ - ١٩٨٧/٨٦) " ، وزارة التخطيط ، القاهرة ، ١٩٨٢ .
- وزارة التعمير والإسكان والمجتمعات الجديدة والمرافق العامة " الجداول التجميعية للمدن الجديدة حتى ١٩٩٤/٣/٣١ " ، وزارة التعمير والإسكان والمجتمعات الجديدة والمرافق العامة ، القاهرة ١٩٩٤ .
- وزارة الإسكان والتعمير - استراتيجية المدن الجديدة لجمهورية مصر العربية - اللجنة العليا لتخطيط القاهرة الكبرى - الجهاز التخطيطى والتنفيذى - التخطيط الابتدائى العام للقاهرة الكبرى - ١٩٧٠ .
- وزارة الدولة للمجتمعات العمرانية الجديدة - مؤتمر مستقبل المجتمعات العمرانية الجديد ، القاهرة ٢٢ - ٢٥ يناير ١٩٩٥



## المراجع الأجنبية

- Abdrabo, M. A. "New Urban Settlements. An Economic Evaluation of Current Progress in the Egyptian New Towns". Unpublished ph. D. Thesis, University of Liverpool, Liverpool.
- Duncan, O.D. "Optimum size of Cities", in Reader in Urban Sociology, Hatt, P. K. and A. J Reiss (Eds.) The Free Press, Illinois , pp. 632- 45, (1951).
- \* Christopher Alexander. (A City is not A Tree) Architectural forum 1965.
- \* Forbes Davidson- David Alan: (Urban Projects Manual).
- Sweco, "The Tenth of Ramadan Draft Master Plan", Ministry of Housing, New Communities and Utilities, Cairo, 1976.
- Sabour, "Sadat City Master Plan", Ministry of Housing, New Communities, and Utilities, Cairo, 1980.

## البناء بالحجر بدون استعمال مواد لاصقه

د. م. / ممدوح كمال احمد شعبان

### مقدمه

كانت - ولا تزال - مشكلة توفير المأوى من الضروريات التى تشغل فكر الإنسان على مر الزمان ، وعبر رحلة تطوره ، ومع زيادة متطلباته الحياتية ازدادت بالتالى حاجته لأماكن مزاولته للنشاطات المختلفة وأصبحت أكثر تعقيدا .

" وعندما يتعلق الأمر بالبناء للفقراء فى المجتمعات الريفية والنائية والبعيدة عن الحضر والحضارة ، والتى تعاني من مشكلات اقتصادية قاسية ، فإن اللجوء إلى المخطط والمعمارى يعتبر من باب الرفاهية التى لا يستطيع أن يتحملها الإنسان الفقير ، وبالتالى تكون هناك حتمية لإيجاد أبسط الحلول وأكثرها اقتصادا فإسكان الفقراء وما يحتاجونه من مبانى لممارسة نشاطاتهم تعتبر بناء تلقائيا يرد على حاجة الأسرة والمجتمع البسيط بتلقائية فى البناء والتعبير"<sup>١</sup> .

ولذا كان لزاما على الإنسان فى هذه المجتمعات أن يجد الحلول المناسبة لتحقيق هذه الاحتياجات معتمدا على خبراته الإنسانية وتجاربه الشخصية مستخدما لما حوله من مواد بناء بيئية طبيعية صالحة لهذا الغرض ، ومستعينا حينما يتطلب الأمر بخبرات المتخصصين من البنائين والحرفيين فى هذا المجال .

" يعتبر الحجر كمادة إنشائية من أقدم المواد التى استخدمت ولازالت تستخدم فى العمارة البيئية حتى اليوم ، وقد استخدم بكفاءة فى كثير من دول العالم القديم كمصر وسوريا واليابان والصين وإنجلترا وبيرو"<sup>٢</sup> . ورغم اختلاف أنواع الحجر وتعدد طرق البناء به إلا أنه يمكن التفريق بين أسلوبين أساسيين ، يستخدم فى الأول المواد الرابطة اللاصقة (المونة) بين الأحجار المكونة للمنشأ على اختلاف أنواعها ومكوناتها ، أما فى الثانى فيتم البناء بدون مونة (Dry Construction System) ويتميز هذا الأسلوب بزيادة مقاومته لتأثير الزلازل. " وجدير بالذكر أن الصينيين قد استخدموا هذا الأسلوب فى بناء سور الصين العظيم"<sup>٣</sup> وفى مصر الفرعونية شيدت الأهرامات والمعابد الشامخة باستخدام الأحجار بدون مونة لاصقه.

### أولا : تعريف

يعتمد هذا الأسلوب فى البناء على استخدام الأحجار الموجودة فى الموقع أو إقريبه منه . وغالبا ما تستعمل على حالتها الطبيعية (الأحجار الغشيمة) بدون أن تنحت وأحيانا يتم نحتها سواء لتوفير ثبات المداميك أو لتقوية بعض أجزاء المنشأ.

وأهم ما يميز هذه الطريقة هى عدم استخدام أى نوع من

المواد الرابطة أو اللاصقة (المونة) فى إيجاد التماسك المطلوب بين الأحجار بعضها البعض وبين العناصر الإنشائية المختلفة المكونة لهيكل المبنى.

وبدلا من هذا يتم تحقيق هذا التماسك والترابط عن طريق:

١- وزن الأحجار المستخدمة فى البناء.

٢- طريقة وأسلوب رصها سواء فى المداميك الأفقية أو فى تشكيل الأسقف بأنواعها المختلفة.

٣- أبعاد وشكل الأحجار المستخدمة.

<sup>١</sup> عن " : عمارة الفقراء والمعماريون الخفاء " - د. عبد الباقي ابراهيم - مجلة عالم البناء - العدد ١٦٦ .

<sup>٢</sup> مواد الإضاءة المحلية والمعمارة البيئية - د. حسن كامل - ندوة علمية عن المعمارى الرائد حسن فتحى

- كلية الفنون الجميلة .

<sup>٣</sup> نفس المرجع السابق .



الزراعية للحد الأقصى ، مما تطلب إزالة الأحجار الموجودة بالأراضي الصالحة للزراعة حتى يمكن زراعتها واستغلالها ومن ثم التفكير في استغلال والاستفادة من هذه الأحجار المزالة. كل هذه النشاطات والإجراءات كانت نابعة من ضرورة ملحة لمواجهة متطلبات المعيشة لكل هذه الأعداد المتزايدة من العائلات الفقيرة.

في القرن التاسع عشر وحتى بداية القرن العشرين استمرت طريقة البناء بالأحجار بدون مواد لاصقة في التطبيق ولكنها بدأت تتخذ أساليب أكثر دقة وتعقيدا وإتقانا.

طبقت أشكال (Forms) جديدة في هذه الفترة جاءت نتيجة البحث عن إضافة قيم جمالية لهذا الأسلوب في الإنشاء ، فاستخدمت التغطيات المميزة مثل القباب والقبوات (Domes and Vaults) ، كما استخدمت الأخشاب في تنفيذ الأسقف والأرضيات (شكل ١، ٥، ٦، ٧، ٨) تم إنشاء الطرق (شكل ٩) والحوائط الساندة (شكل ١٠) في المناطق الجبلية شديدة الانحدار (مثل جنوب فرنسا) للحصول على مساحات مسطحة صالحة للزراعة.

استخدم نفس الأسلوب الإنشائي في المناجم (شكل ١١) وفي تمهيد الطرق في المناطق مختلفة المستويات على شكل مدرجات (شكل ١٢).

كانت هذه الأفكار والمجالات الجديدة والمتطورة تنتقل غالبا مع حركة المهاجرين من البلاد المجاورة (مثلا حدث بالنسبة للإيطاليين المهاجرين لجنوب فرنسا) الذين حملوا معهم طرقهم الخاصة وأساليبهم الحديثة في فن الإنشاء بالحجارة بدون مواد لاصقة.

وكان من نتيجة هذا الانتشار مع حركة التطوير في هذه الفترة الزمنية أن حصل هذا الأسلوب من البناء على ثقة وشعبية كبيرة لدى الكثير من الناس ، والأكثر من ذلك أنه أصبح يمثل جزءا من أسلوب حياتهم وعاداتهم ، لدرجة أن البعض منهم عندما مارسوا نشاطات مختلفه ، مثل الصيادين في الغابات في بيئات مختلفة تحتوى على مواد أخرى للبناء مثل الأخشاب، فضلوا بناء أكواخهم بنفس مادة البناء وبنفس أسلوب الأحجار الجافة.

ثانيا: نشأتها وأماكن تواجدها - تطورها التاريخي  
أمكن العثور على أمثلة لهذه الطريقة للبناء في جميع أنحاء العالم . فيوجد نماذج واضحة لها في أسبانيا - فرنسا-إيطاليا-يوغوسلافيا - اليونان - إنجلترا-أيرلندا - سردينيا. وفي المنطقة العربية : فلسطين-الأردن-اليمن - سلطنة عمان ، وفي أماكن كثيرة في شمال وجنوب أفريقيا (شكل ١).

وغالبا ما استخدمت هذه الطريقة في المناطق الريفية ولا تزال مستخدمة حتى الآن ، ولكن على نطاق ضيق لأسباب سيأتى ذكرها.

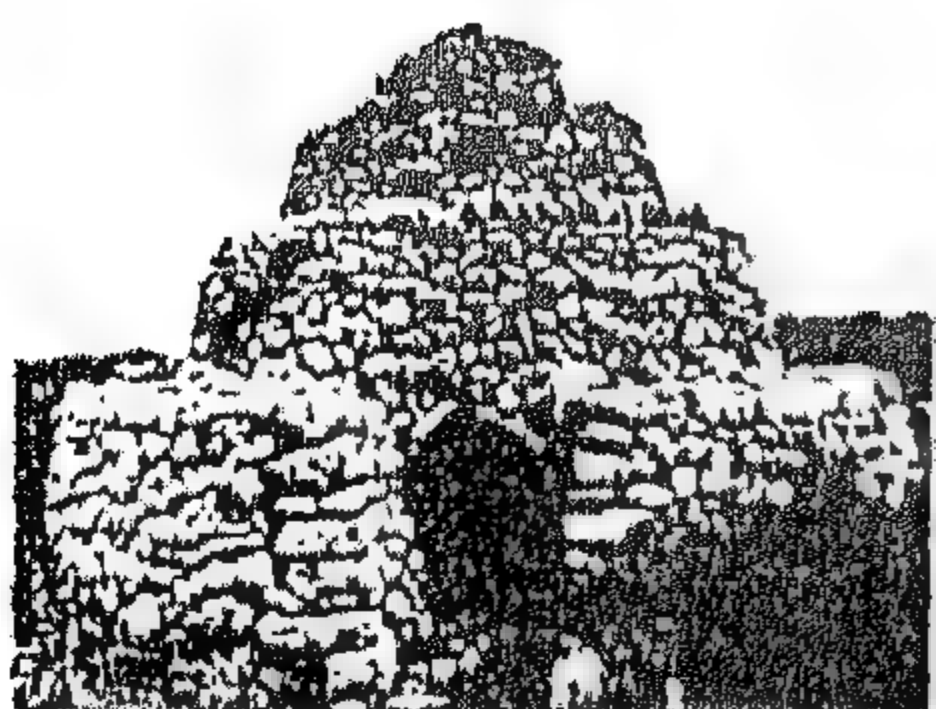
يرجع استخدام هذا الأسلوب في البناء إلى ما قبل التاريخ ، فاستخدم في العصر الحجري ثم العصر البرونزي- ووجدت آثار باقية من العصر الروماني تتمثل في قلاع وأسوار دفاعية شيدت باستخدام هذا الأسلوب.

في أوروبا ، في الفترة ما بين القرن الثاني عشر والرابع عشر بنيت بهذا الأسلوب مساكن الفقراء والجماعات التي لم تجد لها مكانا في المجتمعات الأصلية، وذلك بسبب عدم وجود فرص عمل تضمن لهم حياة مستقرة وأحيانا لأسباب أخرى مثل أصابهم بالأوبئة. ولهذه الأسباب اضطرت هذه الجماعات لتشكل مناطق إسكان خارج نطاق المدن والقرى بدأت بانوية صغيرة ثم نمت مكونة وحدات أكبر حجما وأبعد تكوينا وأوسع انتشارا.

ولقد شهد القرن الثامن عشر أكبر انتشار وتواجد لهذا النوع من الإنشاء ، وذلك لأن هذه الفترة قد تميزت بالتطور والتقدم في المجال الزراعي في أوروبا ، وصاحب ذلك نمو سكاني ملحوظ ، وتطلب ذلك محاولة الاستفادة من كل الأماكن المتاحة والاستغلال الأقصى لقدرات الأيدي العاملة وفتح مجالات جديدة للنشاط والإنتاج مثل تربية الماشية والطيور وتربية النحل وزراعة الحقائق وصناعات غذائية مثل صناعة الجبن والزيوت وقد استلزم القيام بهذه النشاطات توفير المباني والأسوار، والحظائر والمناحل اللازمة لمزاوتها والقيام بها (شكل ٢، ٣) . وبالنسبة لممارسة نشاط الرعي قد تطلب إحاطة مساحات من المراعى بسور (شكل ٤).

وكان الاحتياج الأول والأساسي هو استغلال الأراضي

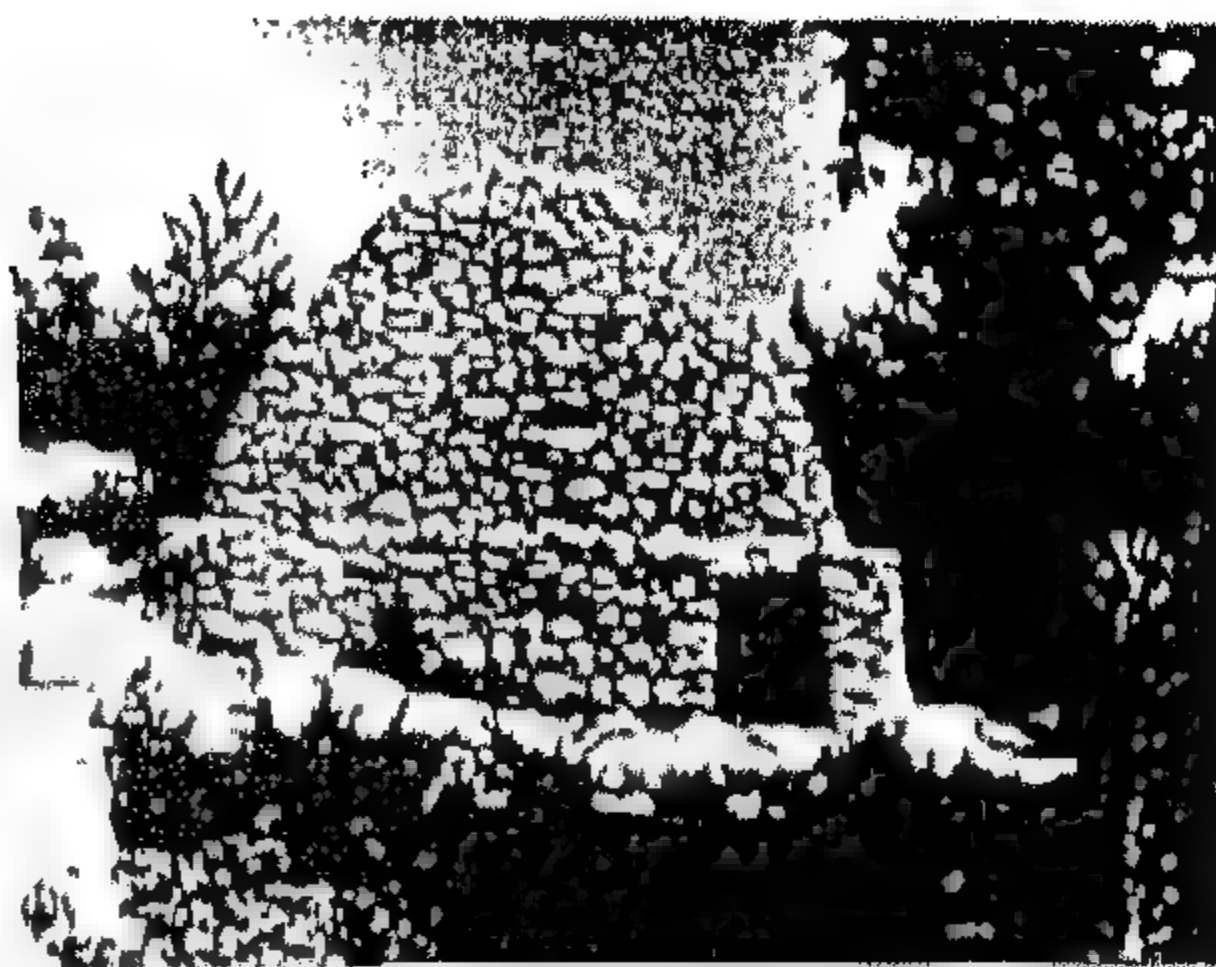




جزيرة مالوركا



جزيرة مالوركا



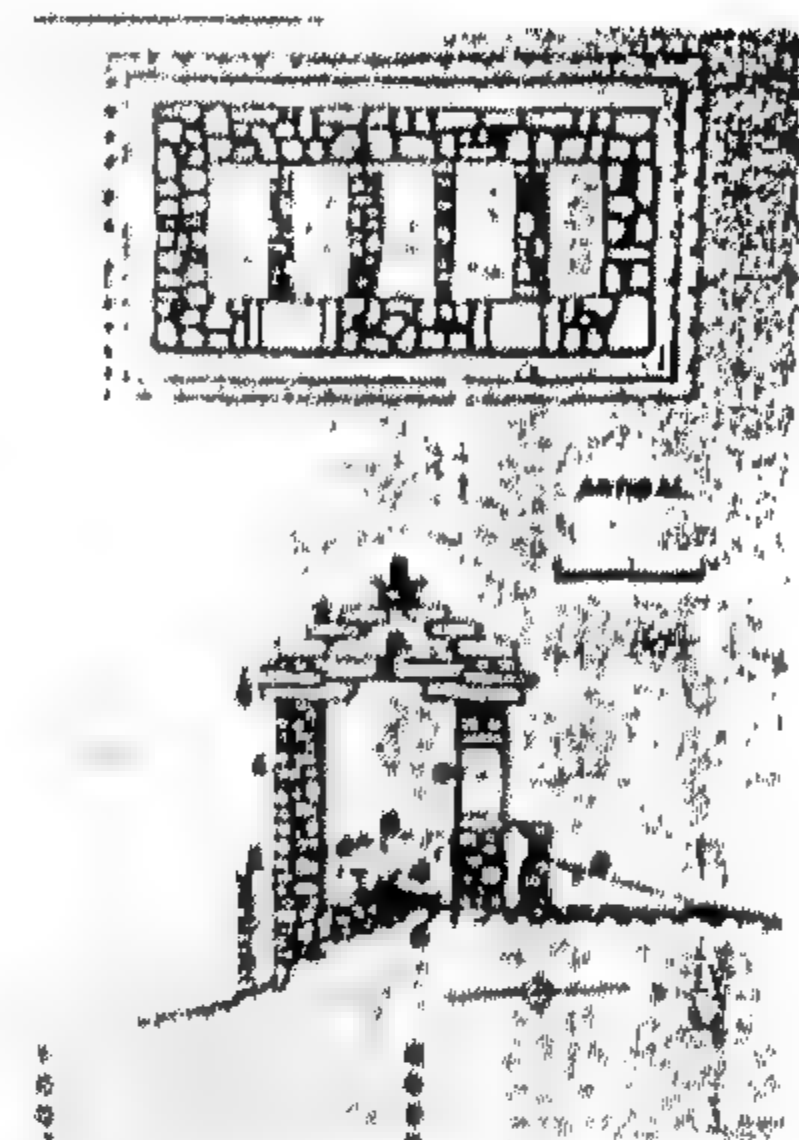
نيس - فرنسا



كاليفورنيا - أمريكا



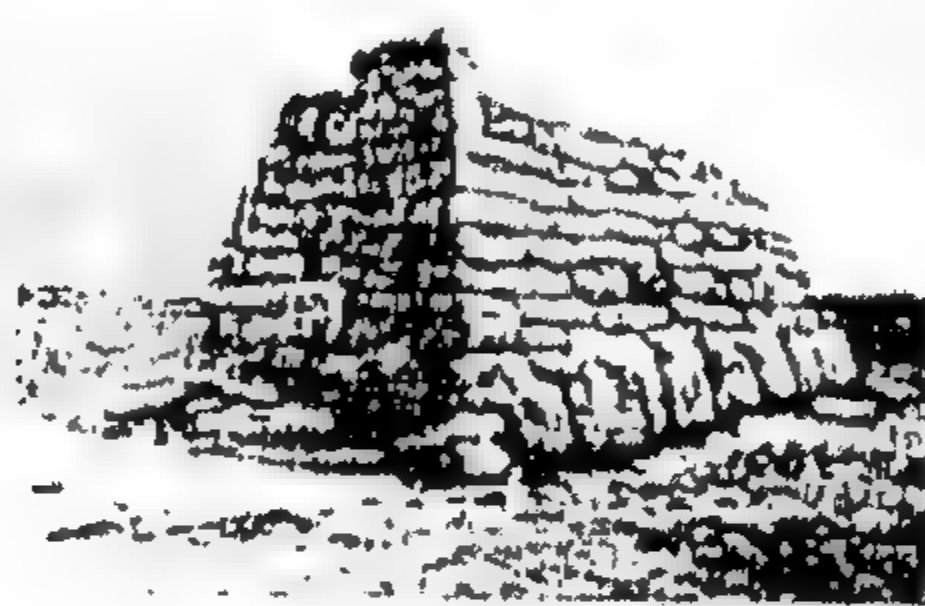
غرب فرنسا



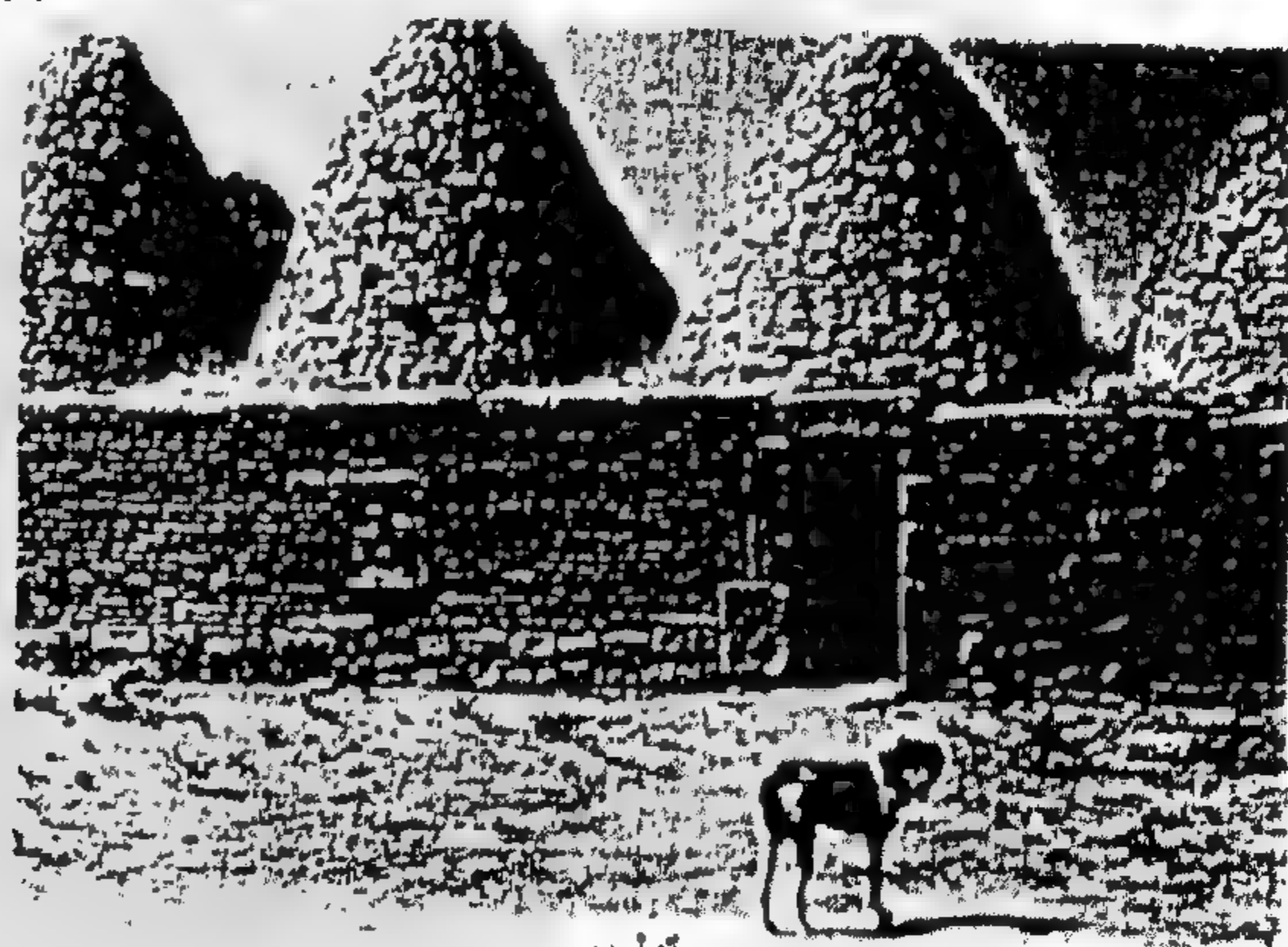
المكسيك



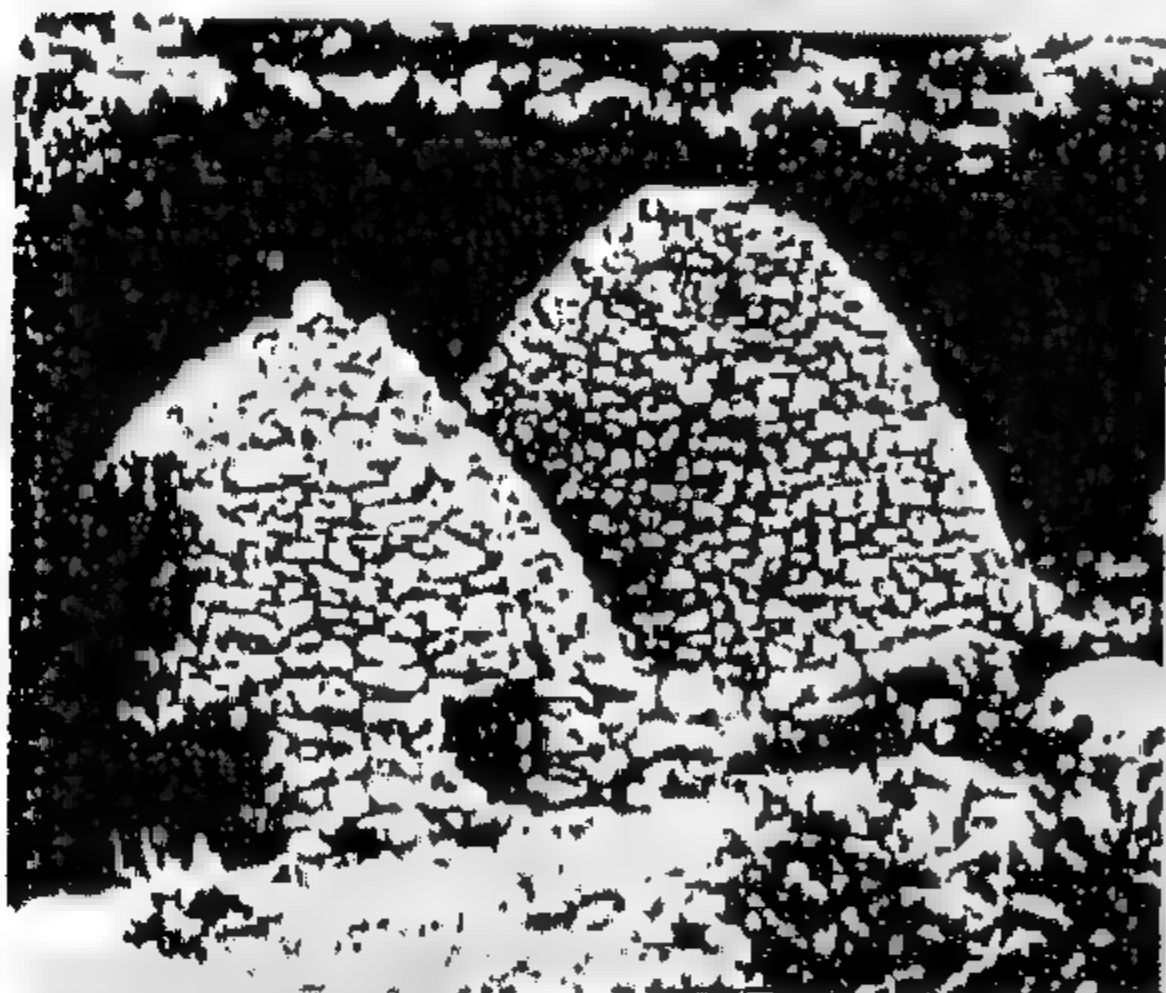
نيس - فرنسا



جزيرة كريت



تونس



نيس فرنسا



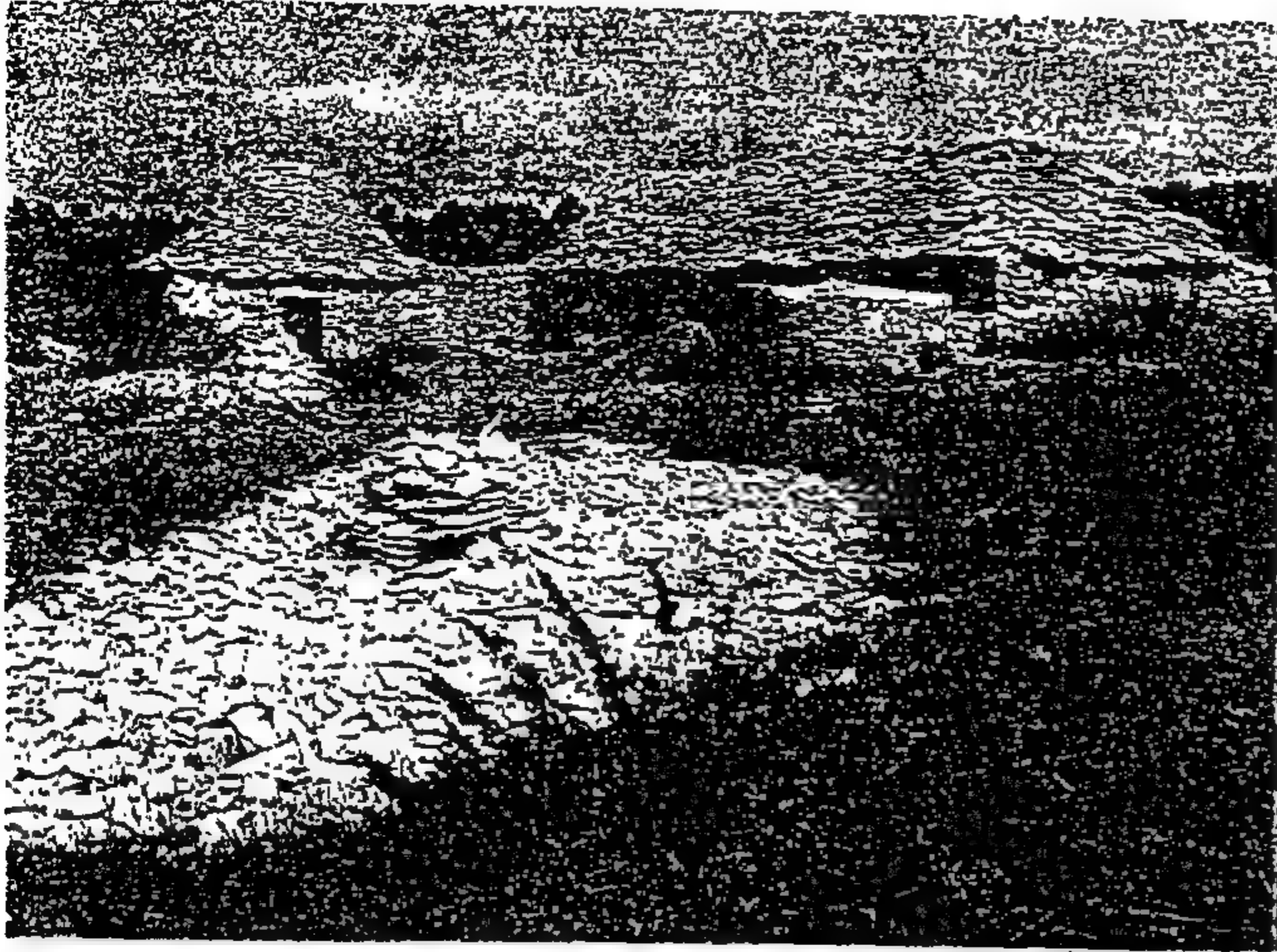
جزيرة كريت



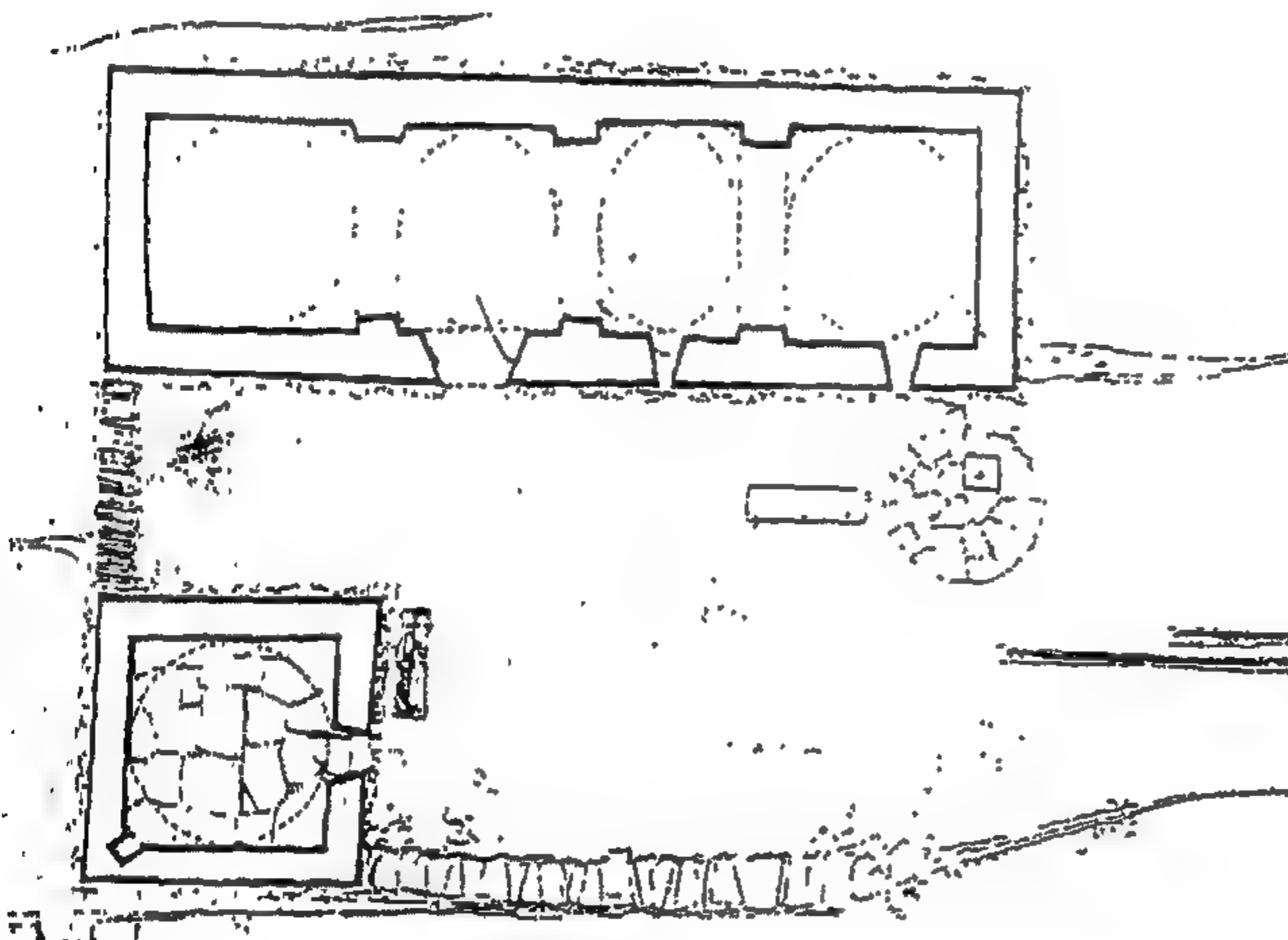
تونس

شكل رقم ١



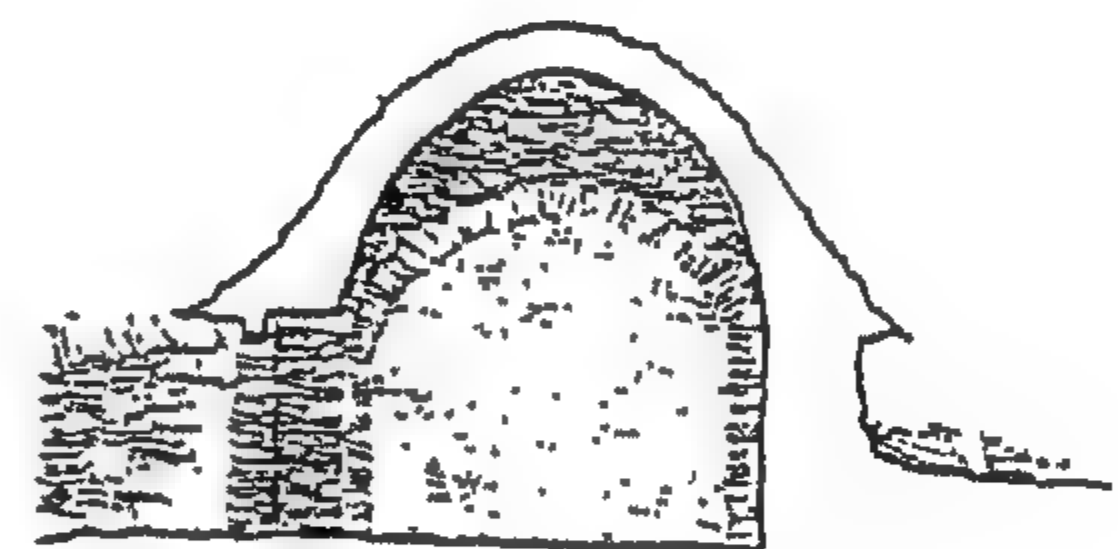


الحظيرة من الداخل



مسقط الخي

حظائر الماشية وسكن الراعي

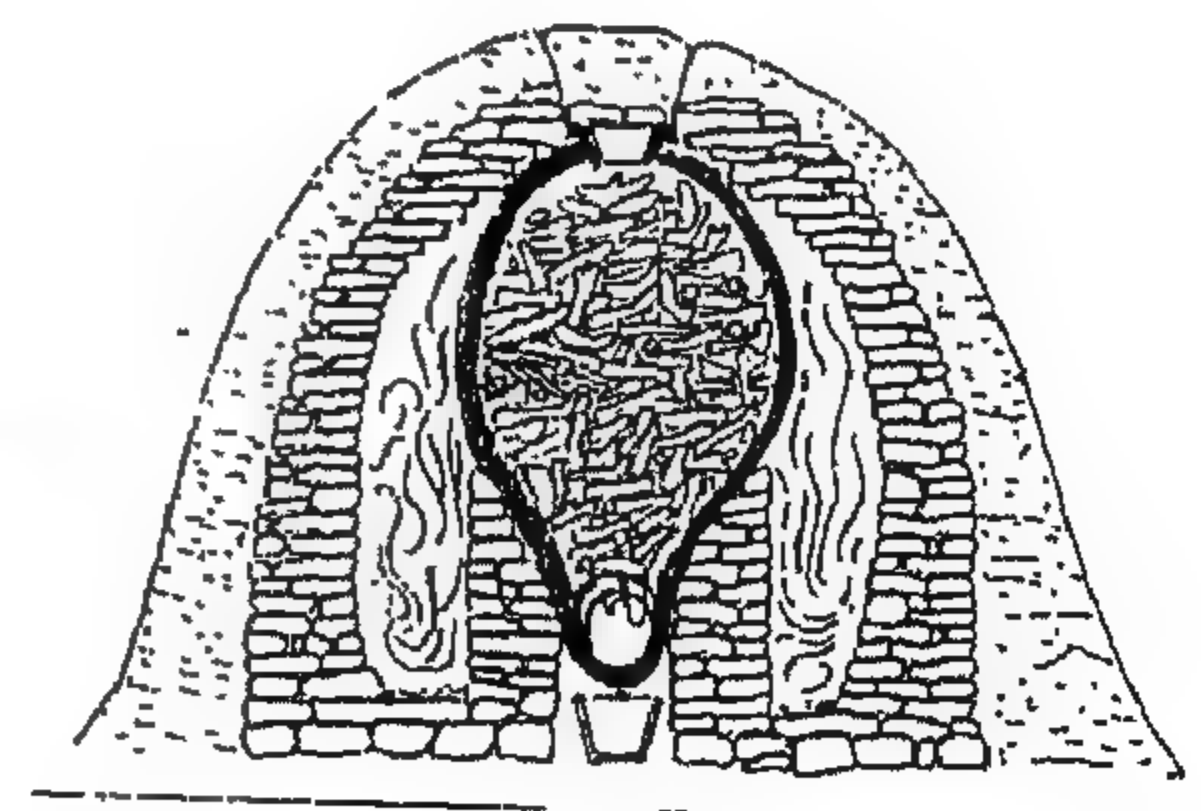


قطاع رأسى

شكل رقم ٢



شكل رقم ٤ - سور يحيط بمنطقة المراعى

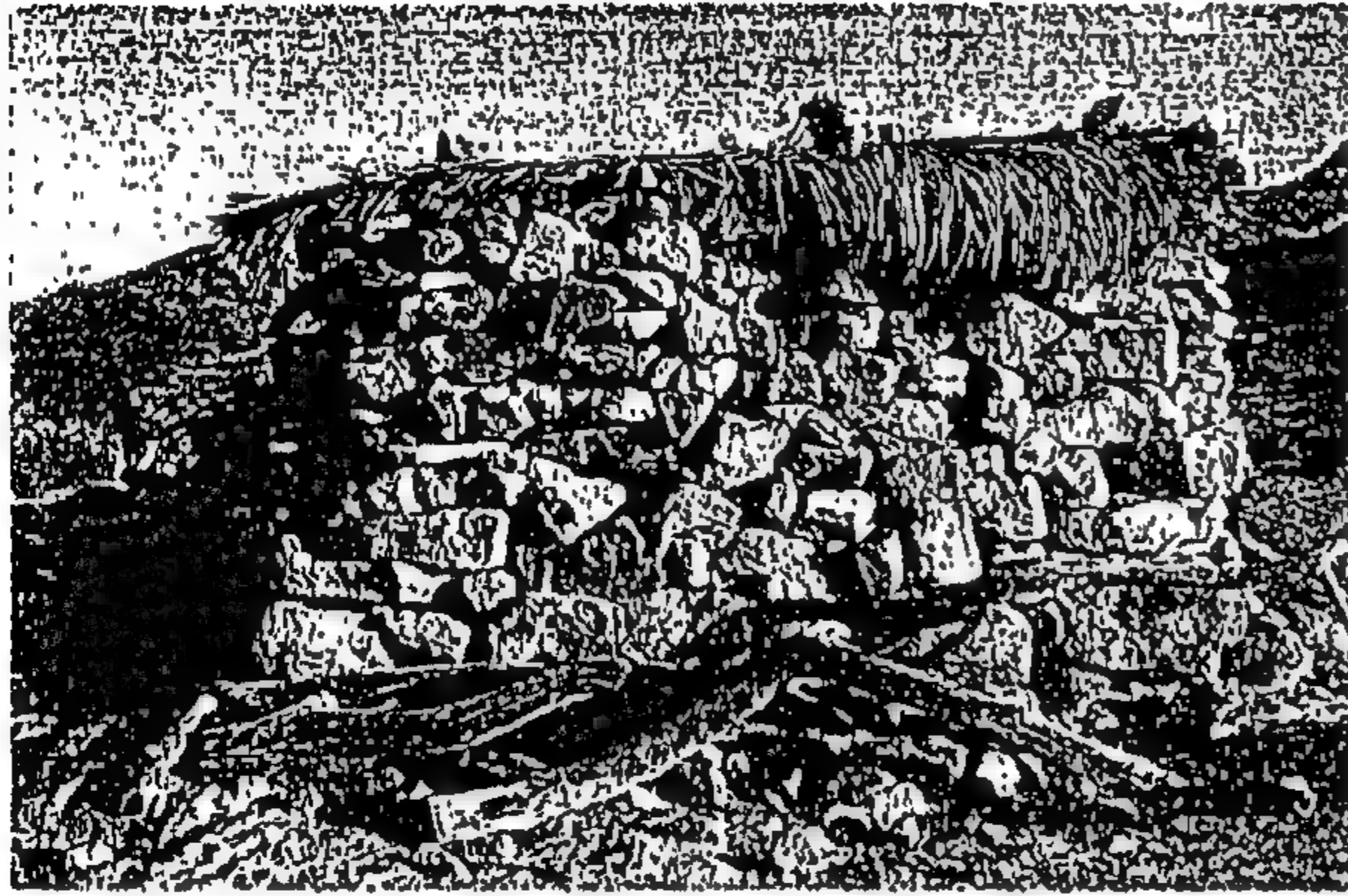


شكل رقم ٣ - فرن لاستخراج الزيت  
قطاع رأسى





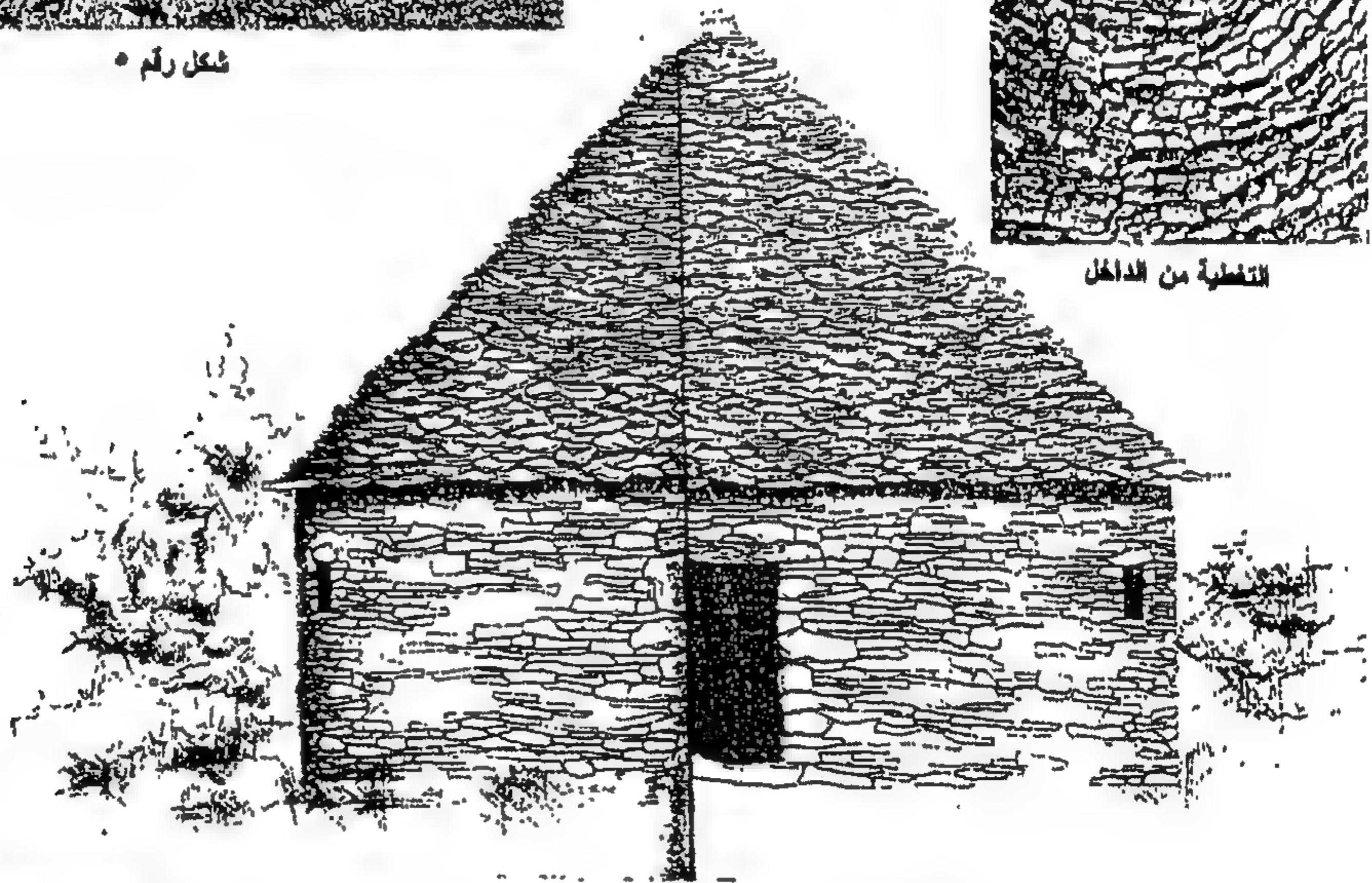
آثار منطقة بات في عبرى .  
سلطنة عمان  
ملال بسيطة



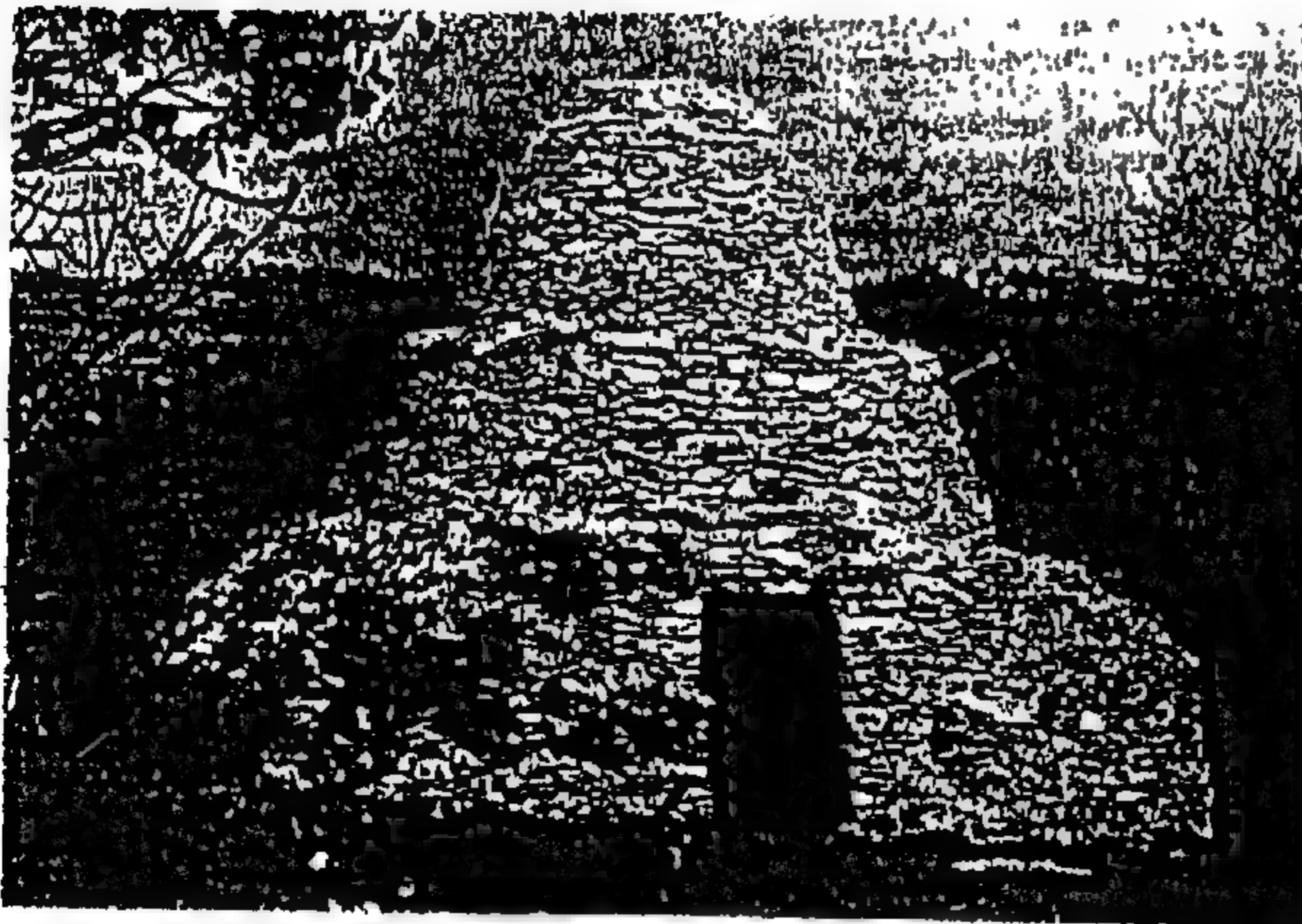
شكل رقم •



التغطية من الداخل

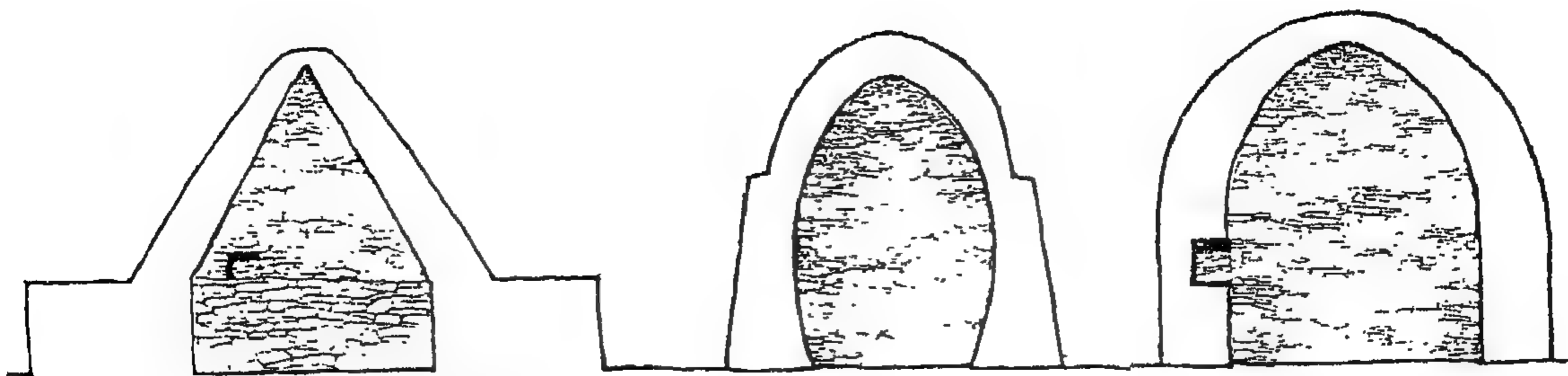


شكل رقم ٦ - واجهة التغطيات المخروطية

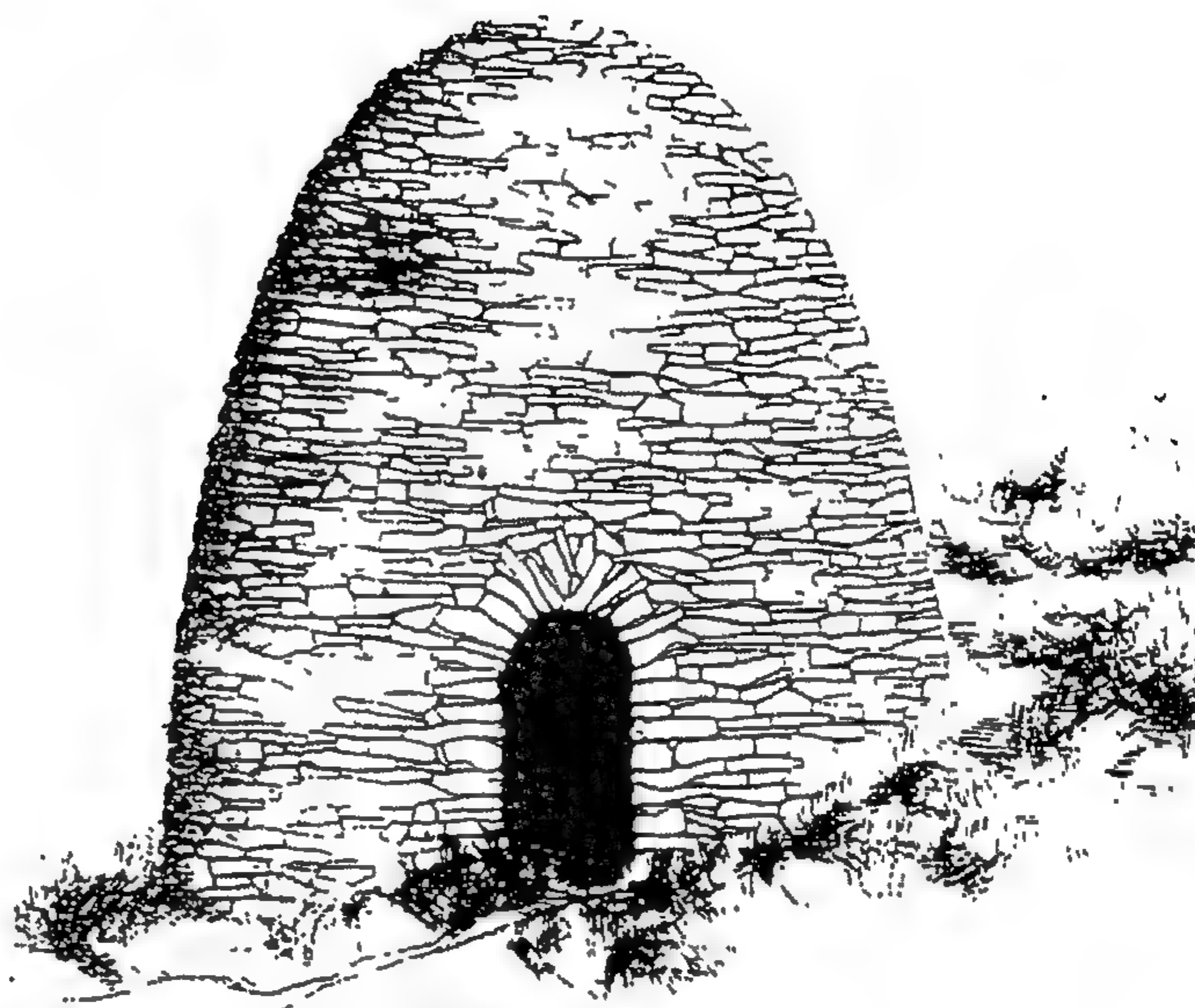
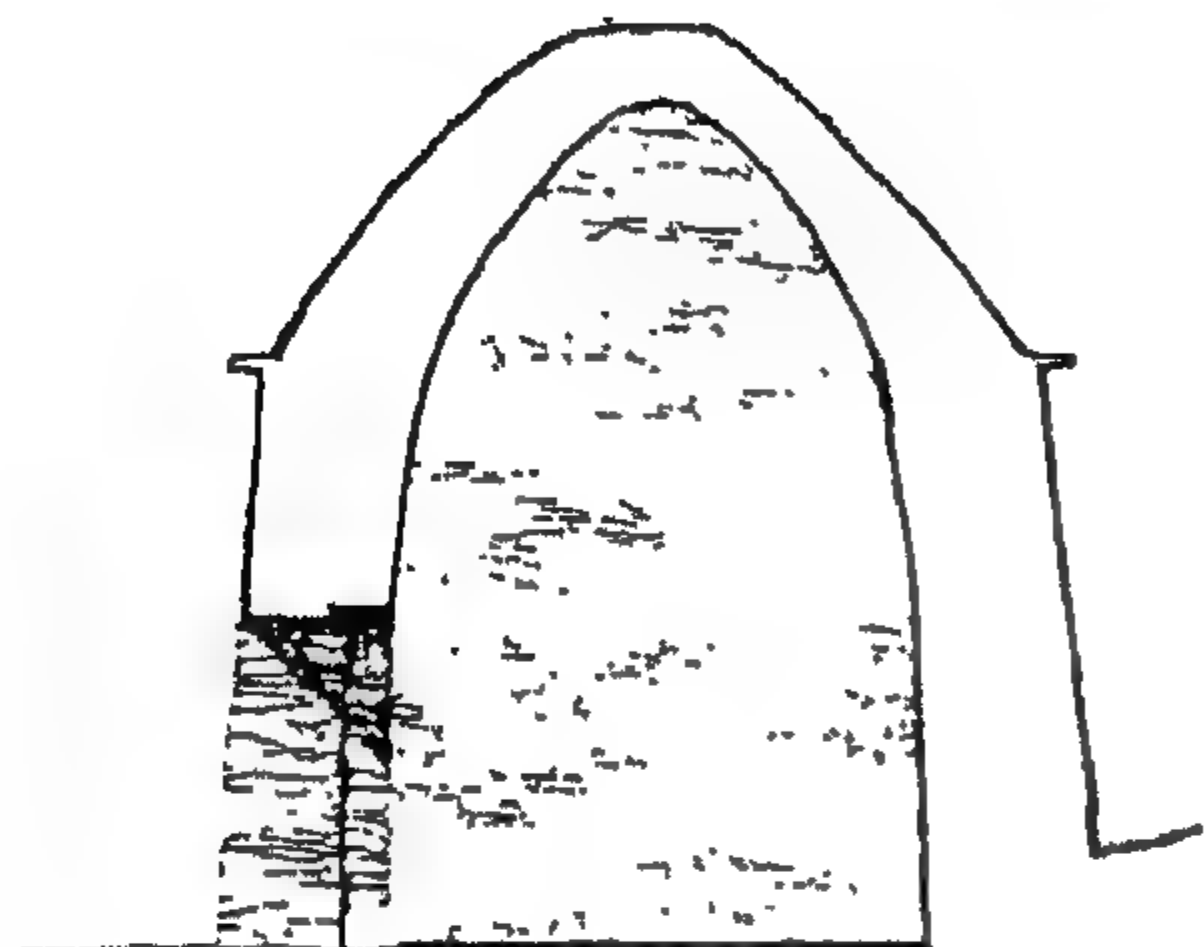


شكل رقم ٧ - تغطيات على شكل قباب

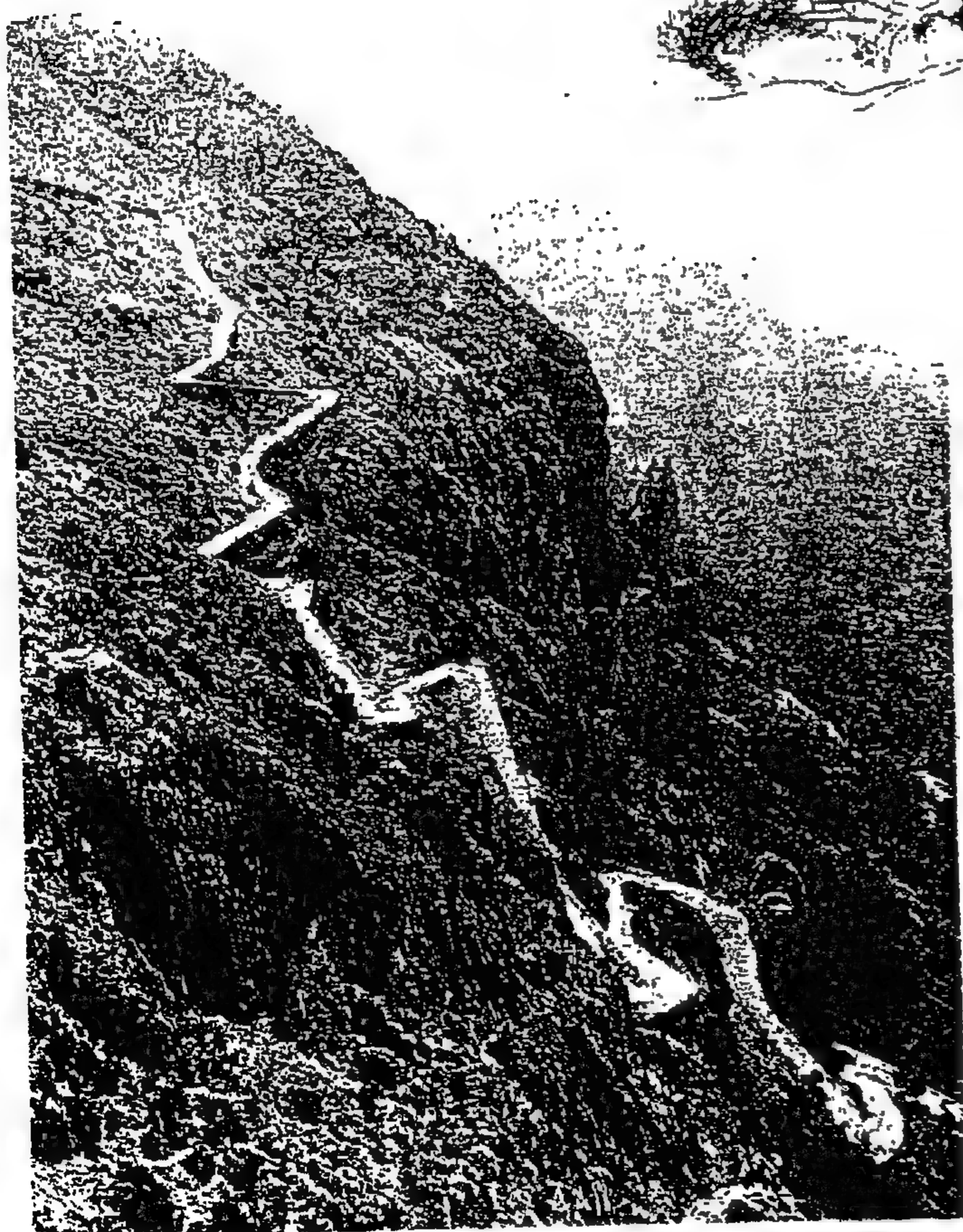




قطاعات رأسية توضح أشكال التغطيات



شكل رقم ٨ - تغطية على شكل قبة

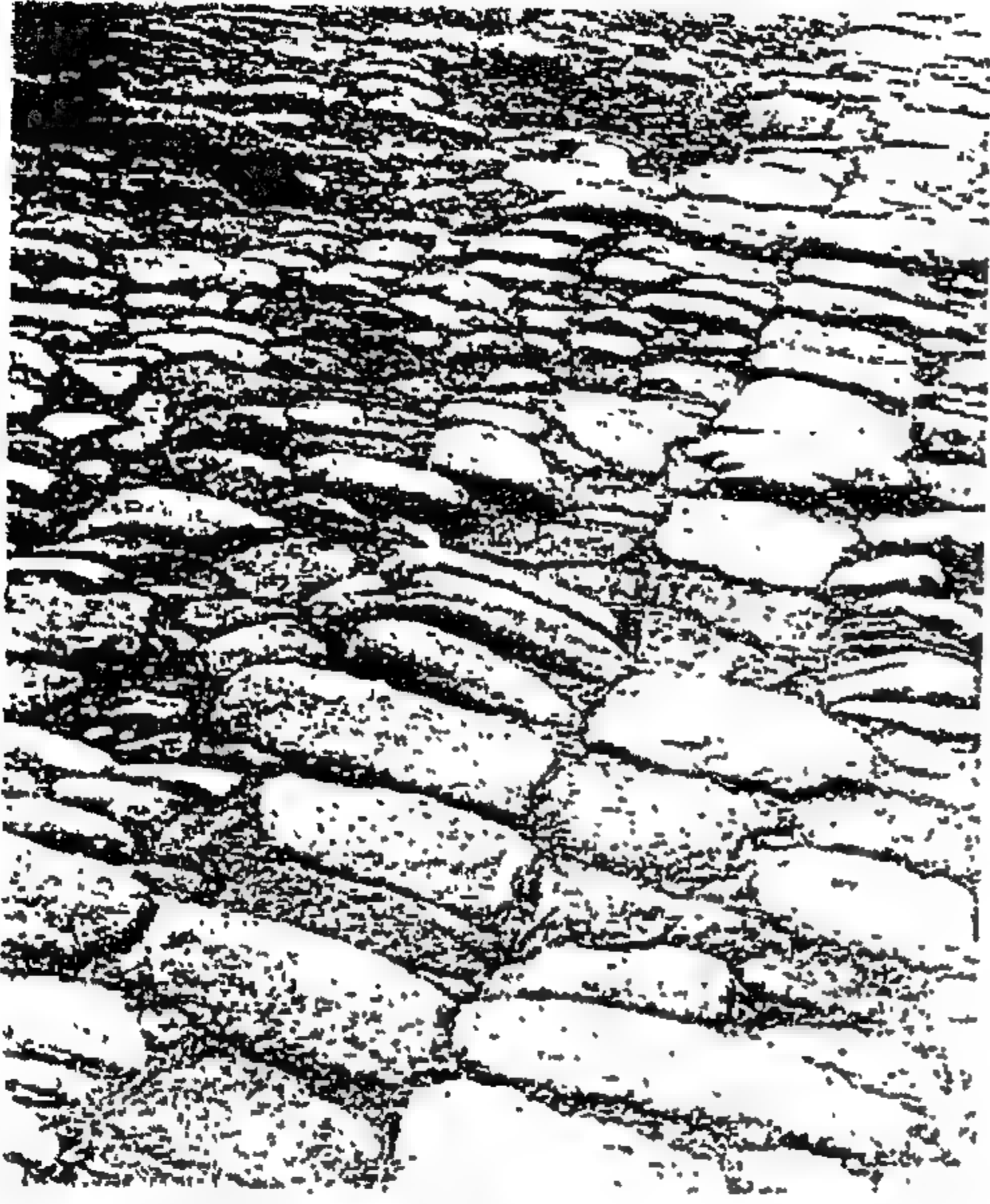


شكل رقم ٩ - الطريق الجبلية

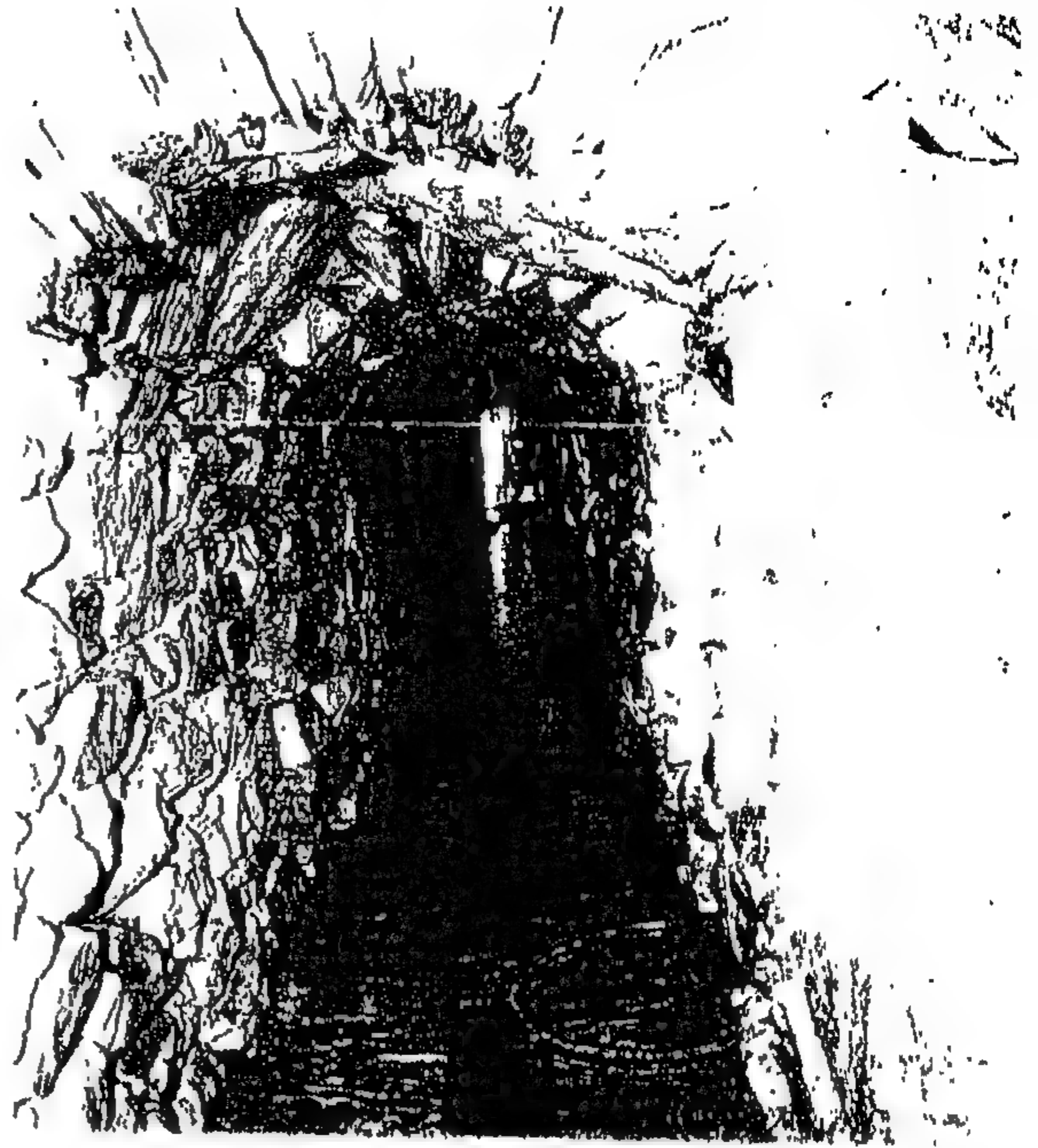


شكل رقم ١٠ - الحوائط الساندة  
قطاع رأسي





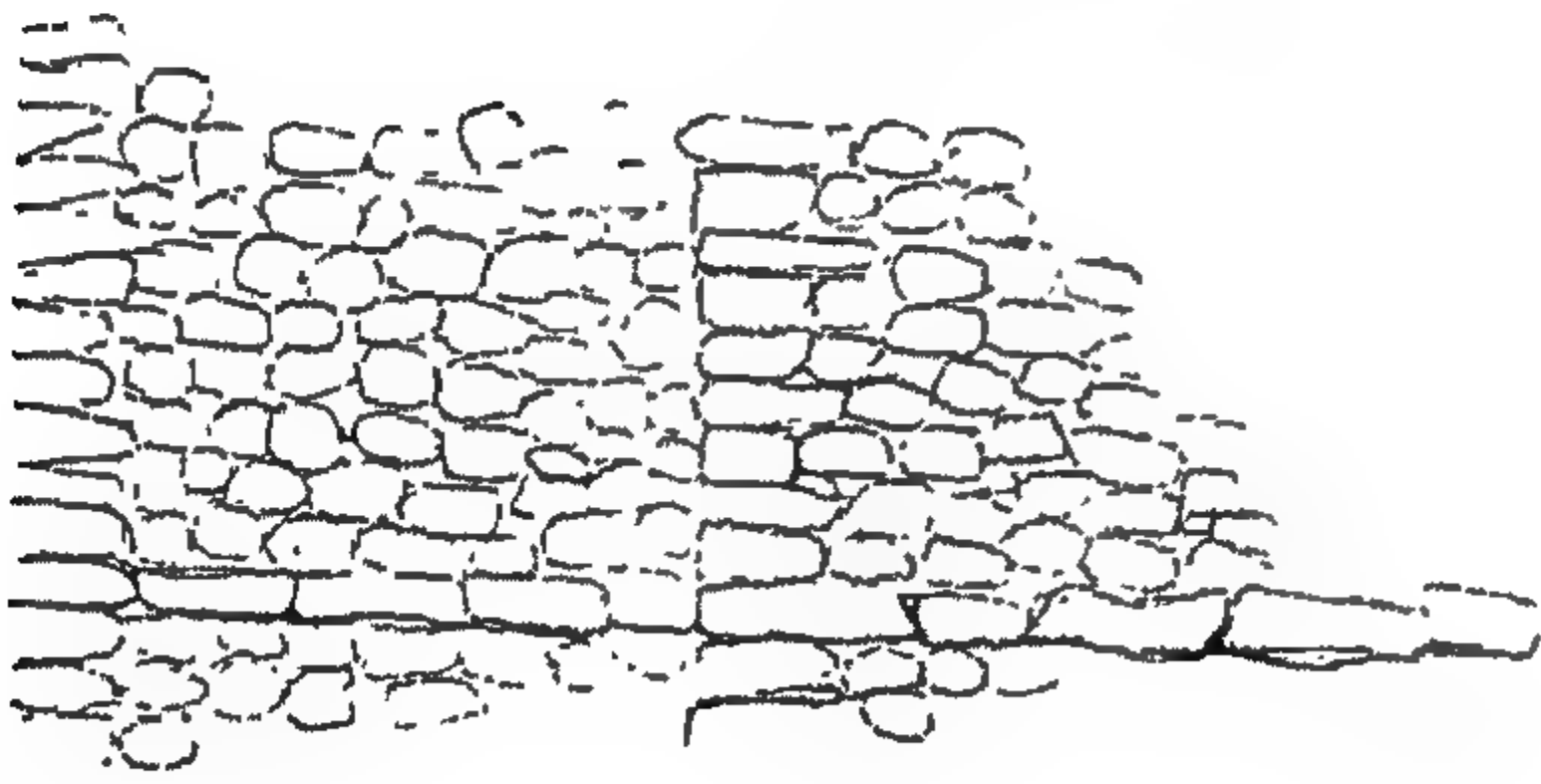
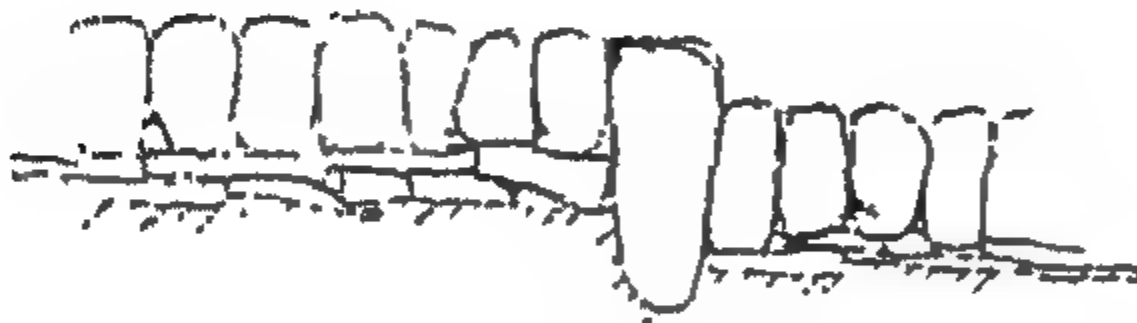
شكل رقم ١٢ - رص الأحجار في الطرق المتدرجة



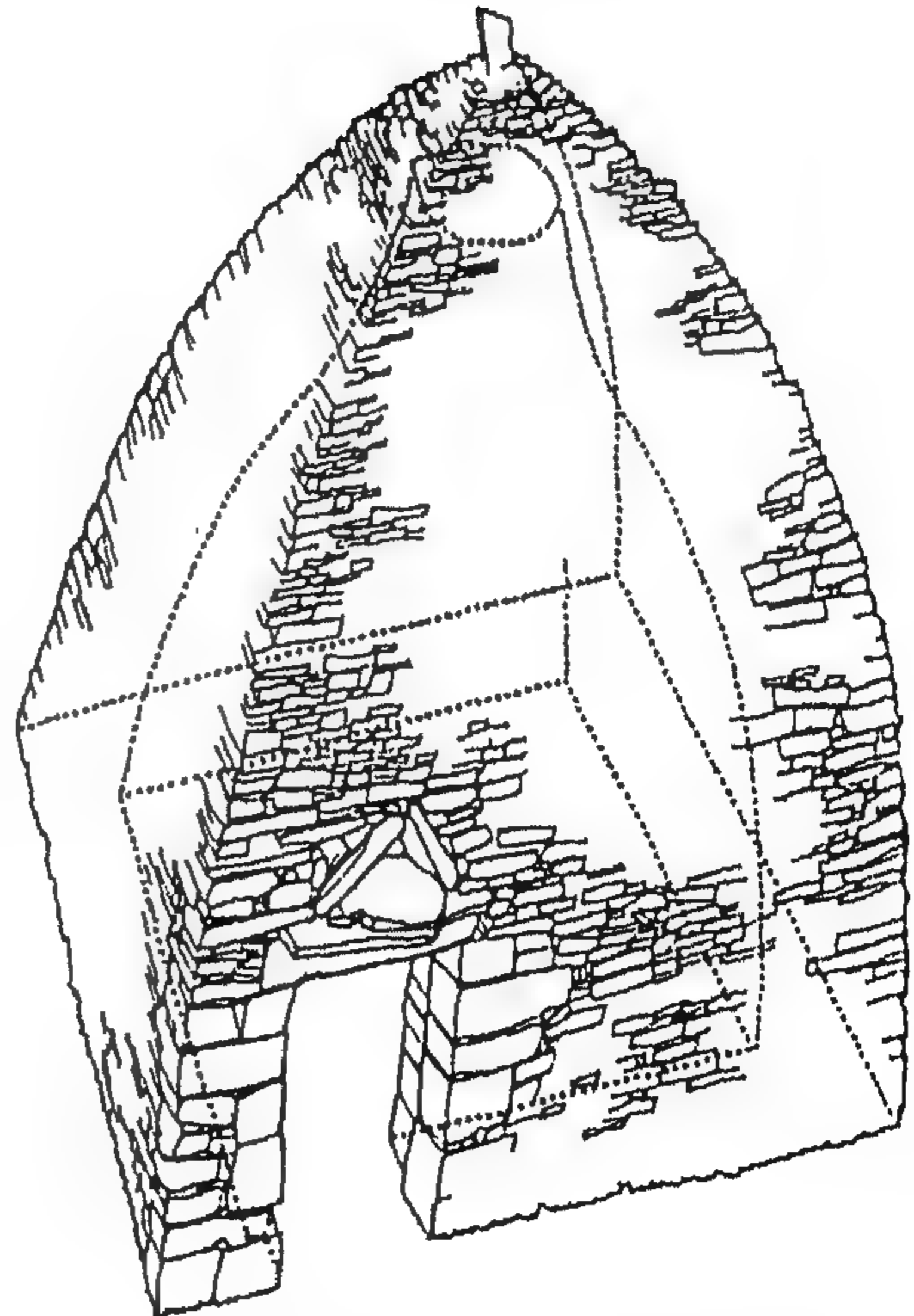
شكل رقم ١١ - منجم من الداخل



إحدى الأدوات المستخدمة في تهذيب الأحجار



شكل رقم ١٢ - طريقة رص الأحجار في الطرق المتدرجة



شكل رقم ١٢ - كوخ بسيط - المصنوع من الحجر



استخدام أنواع معقدة من التغطيات فى الأسقف كالأقباب والقنوات .

وفى كل هذه الأحوال كانت العائلة صاحبة المبنى تعمل تحت قيادة الحرفى المتخصص الذى يستدعى خصيصا للاستعانة بخبرته . أما بالنسبة للمباني الغير سكنية فكان هناك دائما الحرفيون المتخصصون فى المناجم والمحاجر وأعمال الطرق وغيرها...

#### خامسا : طرق الإنشاء وأساليبه المختلفة

##### ١- الأكواخ السكنية البسيطة

###### أ- التكوين العام

كان المسقط الأفقى فى حالة المنازل البسيطة وكذلك الأفران (شكل ٣) على شكل مربع أو مستدير ينتهى بسقف مقبى (Vaulted) أو يغطى بقبة (Dome) (شكل ١٣، ٦) أما فى حالة المباني الأكبر مساحة نجد المسقط الأفقى مستطيلا وينتهى من أعلى بسقف على شكل هرمى (شكل ١٤، ١٥، ١٦) أو ينتهى بقبو (Vault) (شكل ١٧) وفى أحيان أخرى تبنى الحوائط الحاملة بالأحجار بنفس الطريقة ، ثم تستخدم الأخشاب فى عمل كمرات السقف المائلة التى تحمل أرضية أو سقفا نهائيا من الخشب أيضا يغطى فى حالة السقف النهائى بسقف الحجر المفلطح (شكل ١٨، ١٩) وحتى يمكن تخيل الوزن الكبير للأحجار فإن الكوخ الصغير يحتوى على كمية من الأحجار تزن ٣٠-٥٠ طنا . أما المنازل الكبيرة فيتراوح وزن الأحجار بها ما بين ١٥٠-٢٠٠ طنا.

###### ب- الحوائط الحاملة

تزداد الحوائط سمكا فى الجزء السفلى وتقل سمكا مع الارتفاع (شكل ٢٠-٢١) وهو ما يتمشى مع توزيع القوى الإنشائية المنقولة من السقف عن الحوائط قبل أن توزع على التربة ، وهو نفس التدرج الذى نلاحظه فى طرق الإنشاء الأخرى المستخدمة للمواد الطبيعية .

يتم رص الأحجار بنفس الوضع الذى وجدت عليه فى الطبيعه - فتعرضها للعوامل الجوية من أمطار ورياح أدى إلى أن يكون لها سطح علوى وسطح سفلى - أكتسب السطح

وقد وجدت هذه الطريقة فى البناء دائما جنبا إلى جنب مع أساليب الإنشاء التقليدية المعروفة مثل البناء بالطين على سبيل المثال.

#### ثالثا : الأسباب التى أدت لاستخدام هذا الأسلوب

##### ١- تواجد مادة البناء

لقد كان تواجد الأحجار فى الموقع ودون الحاجة للبحث عنها أو نقلها أو تجهيزها عاملا أساسيا شجع على استخدامها فى البناء.

##### ٢- الحاجة لاستغلال الأراضى الزراعية

وهو ما تطلب إزالة هذه الأحجار من الحقول لإمكان زراعتها ، ثم تجمع هذه الأحجار فى أماكن محدودة لا تستهلك جزءا كبيرا من الأرض ، وفى نفس الوقت رصها بطريقة تضمن لها الثبات وعدم الانهيار.

##### ٣- توافر ورخص الأيدي العاملة

فلقد تواجدت فى المناطق التى تم فيها اتباع هذا الأسلوب فى البناء عائلات تتكون معظمها من أعداد كبيرة ضمت أطفالا وكبار السن ، أمكن اشراكهم فى عملية إزالة الأحجار وتجميعها بسهولة . فهى عملية لا تتطلب مهارات خاصة أو تدريباً مسبقاً، وإنما تتطلب مجهودا ، وكثيرا من الوقت .

#### رابعا : جهود الحرفيين فى الاستمرار والتطوير

تتطلب هذه الطريقة من البناء معرفة حرفية خاصة بأسلوب رص الأحجار لتكوين العناصر البنائية المختلفة حتى يمكن الحصول على المساحات اللازمة للوظائف المختلفة المطلوبة مع عدم فقدان نسبة كبيرة من المكان ، وذلك بسبب ضخامة مادة الإنشاء المتمثلة فى الأحجار ذاتها ، وفى نفس الوقت يجب الحصول على المئانة اللازمة لممارسة النشاطات التى أنشئ من أجلها المباني.

ومع توريث هذه الحرفة من الآباء للأبناء جيل بعد جيل كان هناك دائما الحرفيون المتخصصون فى فن البناء بهذه الطريقة، والذين كان يتم اللجوء إلى خبراتهم عند التعرض لمبنى يتعدى فى حجمه المقياس المعتاد ، أو فى حالة بناء حوائط سائدة أو حوائط لحماية المزارع بمقياس كبير. وبالأخص عند الرغبة فى

بناء الأسقف ، ويتم عن طريق عمل بروز بمقدار سمك قطعة الحجر في كل مدماك (شكل ٢٠، ١٦) وهو أسلوب يتطلب أيضا كثيرا من الجهد والوقت ، ولكنه يعطى صلابة جيدة للمنشأ.

في الجزء الأخير من التغطية (السقف) ، يزيد مقدار البروز لإمكان غلق التكوين الإنشائي من أعلى.

وبالنسبة للقياب فيجب الإسراع من الانتهاء من بنائها لضمان تماسكها . وقد وجد أنه كلما كانت القباب مدببة كانت أكثر صلابة وقوة . وقد شاع استعمال هذه القباب المدببة في أوائل القرن العشرين ، أما في حالة المباني الكبيرة (كما هو الحال في قرية جورد "Gordes" في جنوب فرنسا فيضطر للاستعانة بكرمات من الخشب توضع بين كل الحائطين المتقابلين وذلك لمنعها من الانهيار قبل إتمام البناء . وبعد الانتهاء من البناء تترك هذه الكمرات حيث تستخدم كأدوار داخلية أو كمسطحات للتخزين (شكل ٢٥، ١٨) .

#### د- الكرائيش

تتكون من أجزاء عريضة من نفس أحجار البناء ترص في أعلى المبنى وفوق الفتحات (أبواب ونوافذ) وتكون مهمتها حماية المبنى من تأثير مياه الأمطار (شكل ٢٠) .

#### هـ- بعض العناصر المعمارية

##### ١- الأبواب والنوافذ

تتكون جوانب الفتحات والأعتاب من أحجار تتميز بالعرض الكبير والجودة العالية ، وتكون هذه الأحجار منحوتة جيدا (شكل ٢٦) . تستخدم في عمل أعتاب فتحات الأبواب سواء الأحجار التي اختيرت بطول كاف لعبور فتحة الباب التي توضع منها قطعتان متتاليتان أو باستخدام الأخشاب لهذا الغرض ، كما استخدمت العقود فوق الأبواب في بعض الأحيان (شكل ٢٧) يعيب الطريقة الأولى إمكانية تعرض الأحجار للتشقق ثم الكسر في المنتصف بفعل تجمد قطرات المطر المتساقطة في الشقوق والمسافات البينية (شكل ٢٨) . أما الأسلوب الثاني فإن سهولة تعرض الأخشاب للتحلل بفعل عوامل التعرية والأمطار هو ما يعيب استخدامه .

أحيانا يعمل عقد مدبب فوق أعتاب الأبواب وذلك لنقل حمل الحائط أعلاه على جانبي فتحة الباب .

العلوى بفعل عوامل التعرية ملمسا ناعما بينما احتفظ السطح السفلى بخشونة طبيعية أفادت في قوة التماسك بين المداميك المتتالية للأحجار .

ترص الأحجار بشكل أفقى مما يعطيها استقرارا وثباتا أكبر. وحتى يتم هذا يجب أولا القيام بعملية فرز وتصنيف لها تبعا لسمكها حتى يمكن وضع الأحجار ذات السمك المتقارب في نفس المدماك ، وهو عمل يتطلب وقتا وجهدا كبيرين.

في إيرلندا استخدمت طريقة أخرى ترص فيها الأحجار بشكل مائل ، مما يطلق عليه (شوك السمك) فهو يماثل الأشواك المكونة للسلسلة الفخرية للأسماك ، وهذه الطريقة تعطي نتائج أفضل من حيث تماسك وثبات البناء (شكل ٢٢).

يجب مراعاة الاستقرار الكامل لكل حجر مع ما تحته بمعنى أن وجود نوع من الأرجحة عند وضع الحجر يؤدي إلى عدم ثبات الحائط وقد يؤدي إلى انهياره . وللوصول إلى هذا الوضع المستقر يجب البحث عن الوضع الأفضل لكل حجر حتى يصبح مستقرا تماما مع ما تحته ، ويستلزم هذا تغيير الحجر عدة مرات قبل أن نحصل على القطعة التي يتوافق شكلها مع ما تحته . ويستخدم للوصول لهذا الهدف أنواع من الأدوات اليدوية البسيطة يمكن بواسطتها إزالة الجزء الذى يعوق الاستقرار.

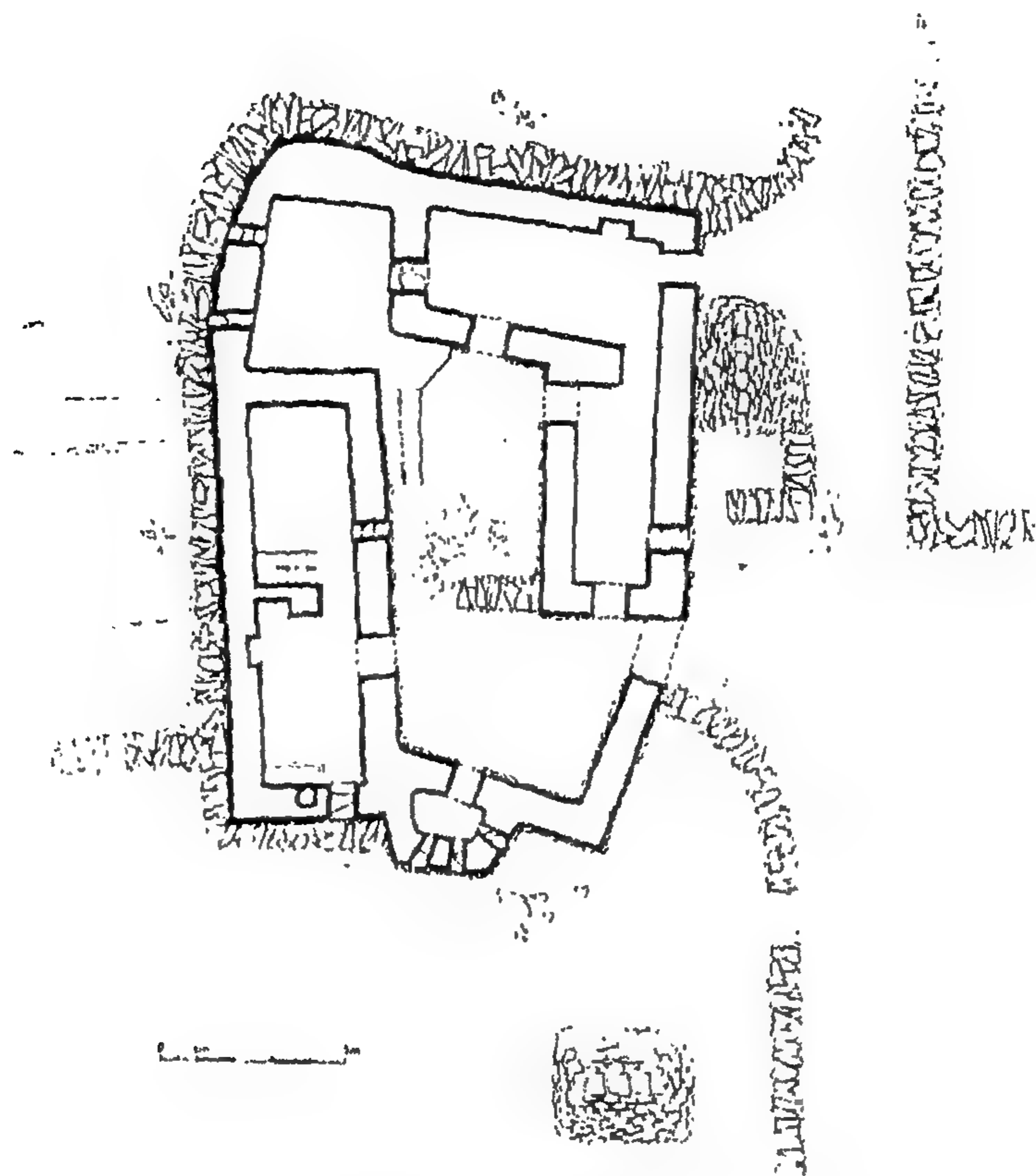
تملأ الفراغات المتبقية في النهاية بأجزاء من الأحجار الصغيرة ، ولكن لا يجب استخدامها للوصول إلى استقرار الطبقات بل فقط لسد الفراغات الظاهرة من الخارج.

وبالطبع ، يجب أن ترص الأحجار بطريقة متعكسة (قطع حل) بمعنى ألا يستمر الفاصل بين قطعة وأخرى بشكل رأسى في مدامكين متتاليتين ، وأحيانا يفضل وضع قطعة كبيرة من الحجر من حين لآخر لتأخذ سمك الحائط بالكامل (شكل ٢٠، ٢٤) ويتم ملء الفراغات البينية أثناء عملية البناء في سمك الحائط كله بخليط من الأحجار الصغيرة والتربة الجافة دقيقة الحبيبات ، هو ما يعطينا مزايا العزل ضد الرياح والحشرات والرطوبة.

#### جـ- البروز المتتابع (Encorbellement)

وهي الطريقة التي تمكن من الاستغناء عن الشدات لإتمام





شكل رقم ١٤ - مسقط أفقي لأحد المساكن الكبيرة

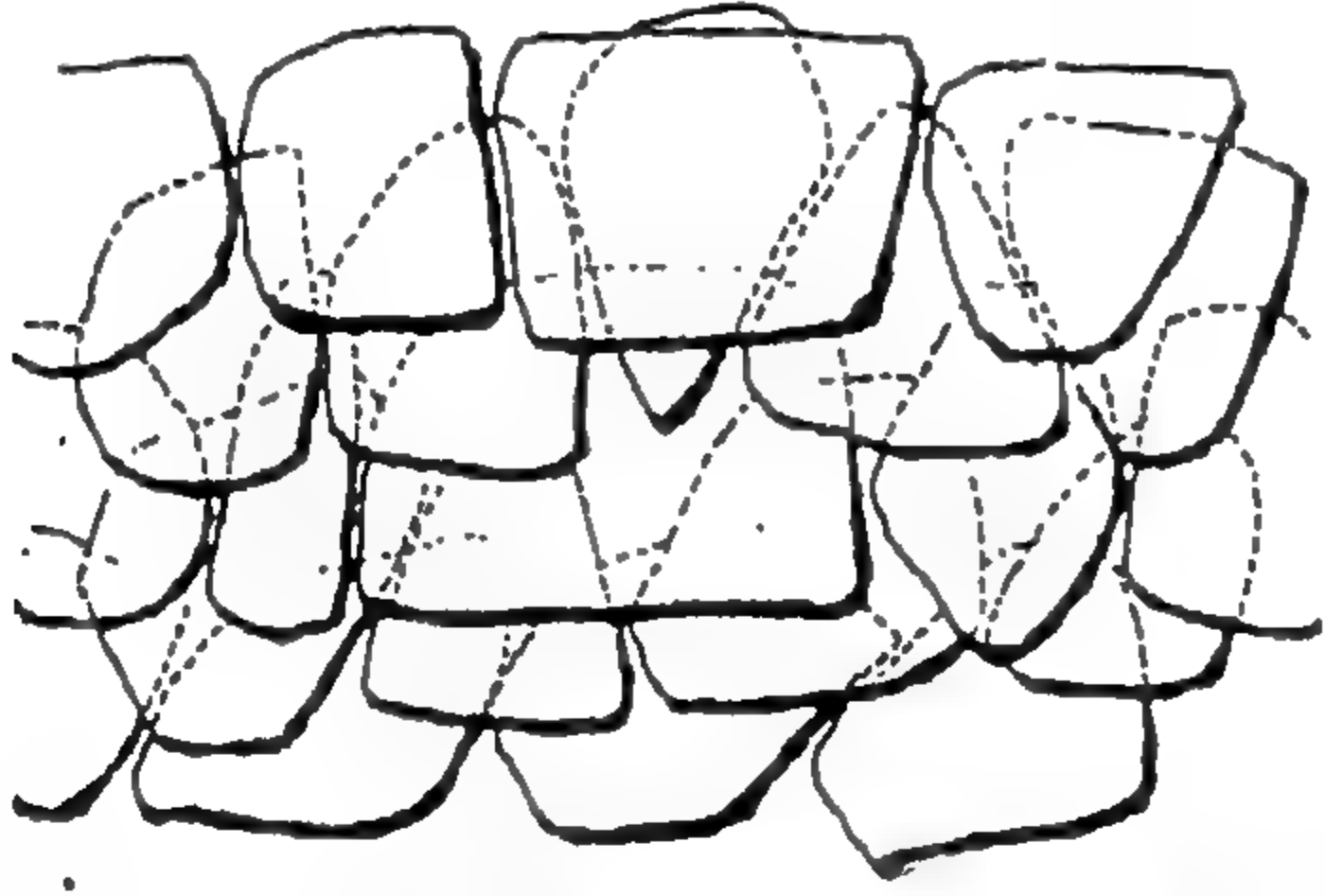


شكل رقم ١٦ - التغطية من الخارج

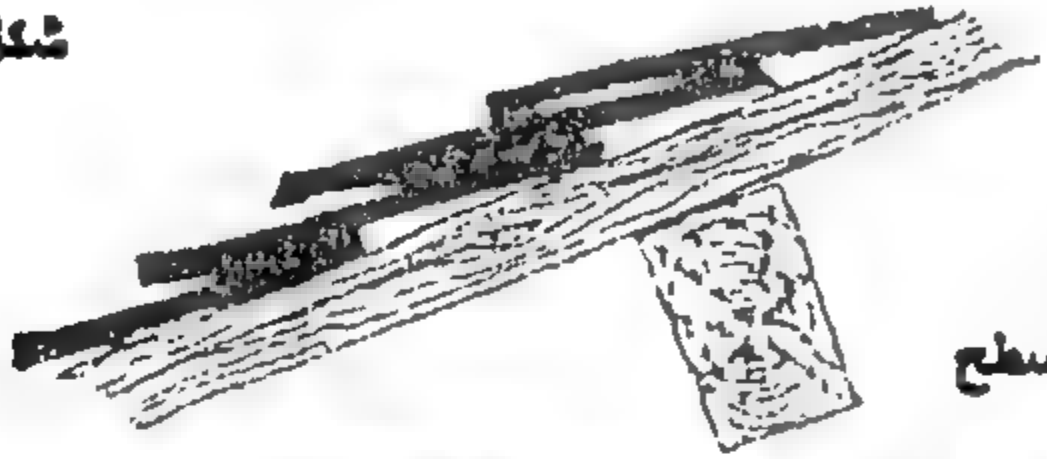
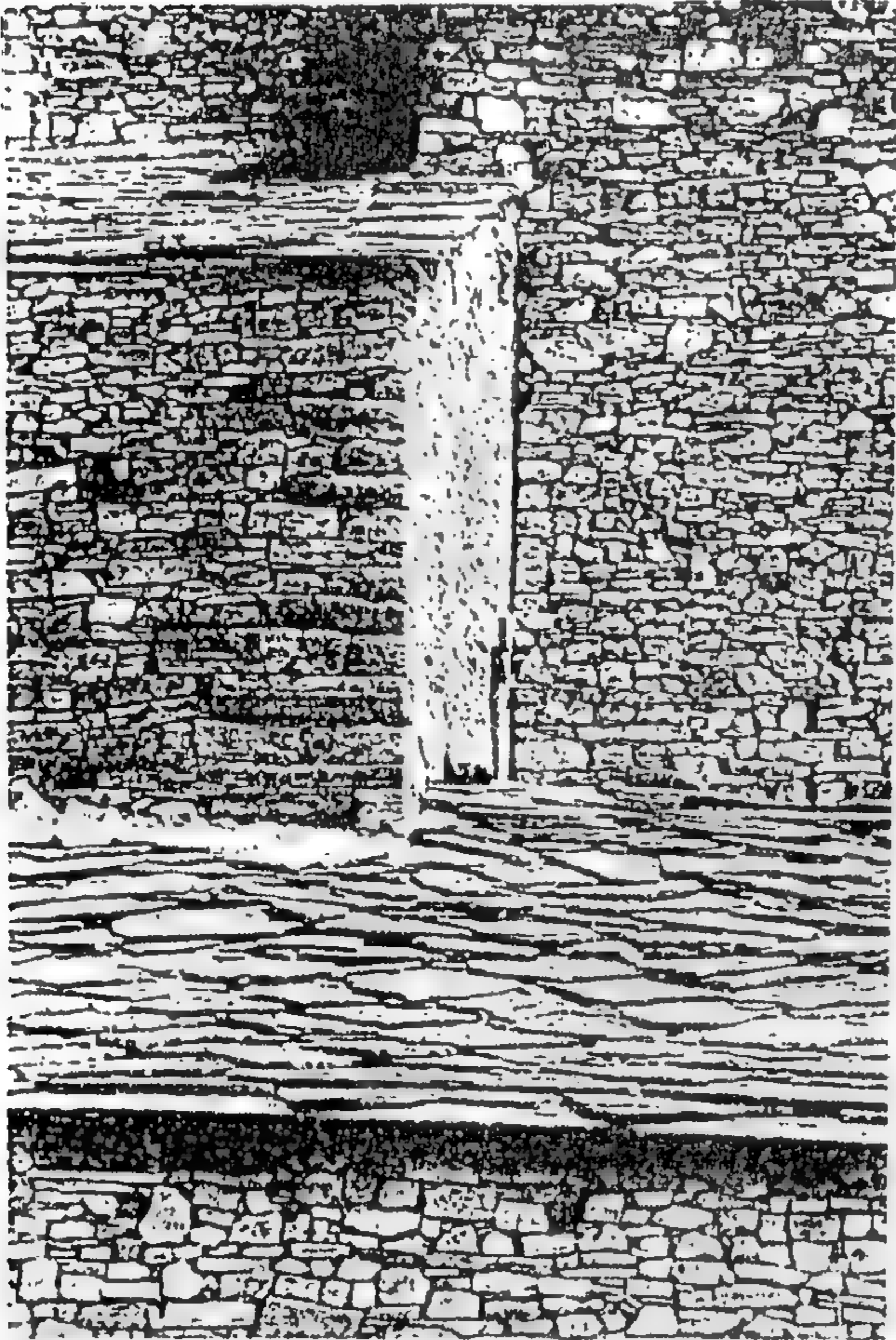


شكل رقم ١٥ - تغطية الصالة الكبيرة من الداخل





شكل رقم ١٨

رسم شق  
الأحجار على السطح

شكل رقم ١٧ - التغطيات على شكل قباب من الداخل



واجهة

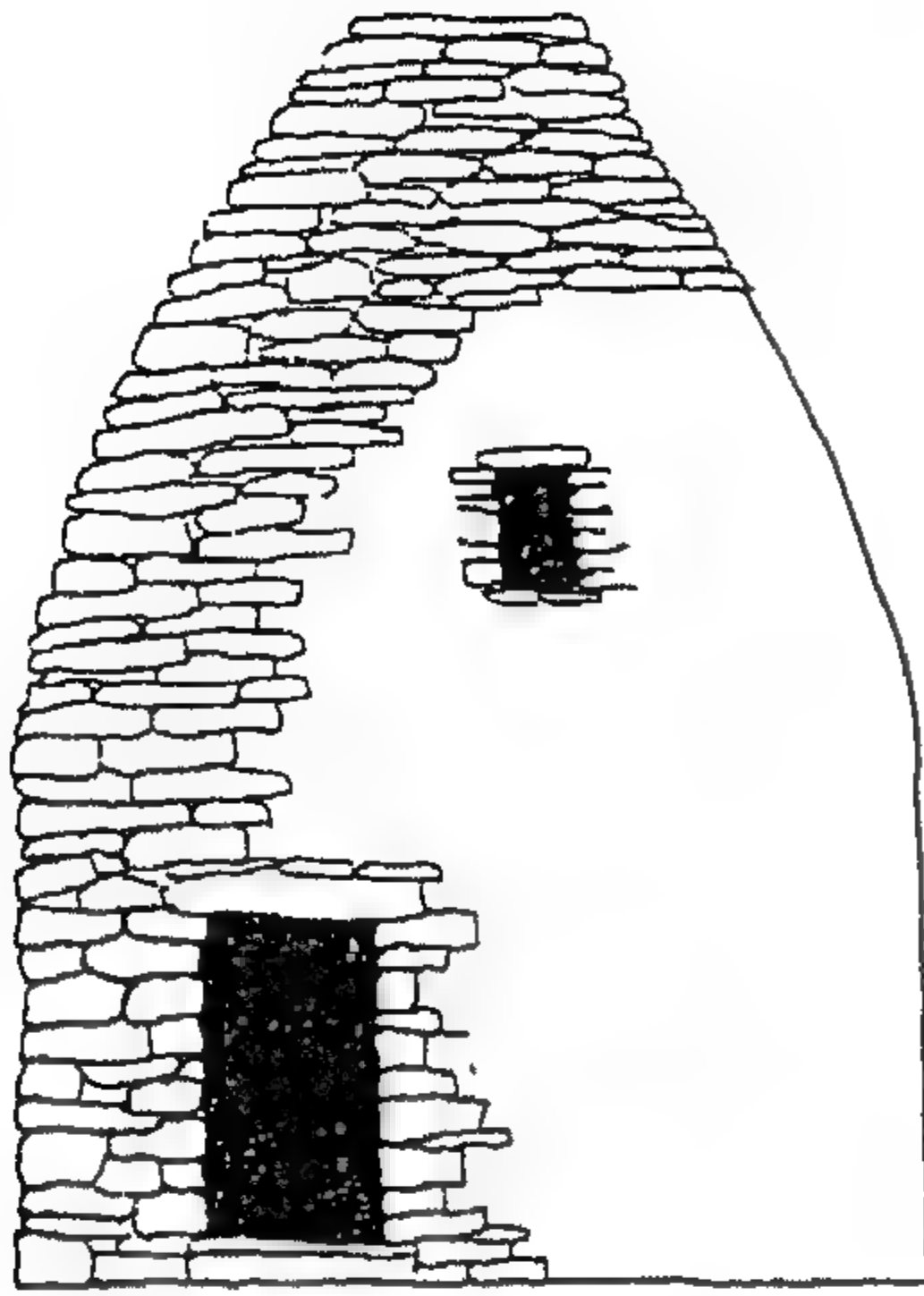
الكمرات الخشبية  
وعلاقتها بالملحط الحامل

شكل رقم ١٩ - تغطيات الأسقف بالحجر المقلط فوق الكمرات الخشبية

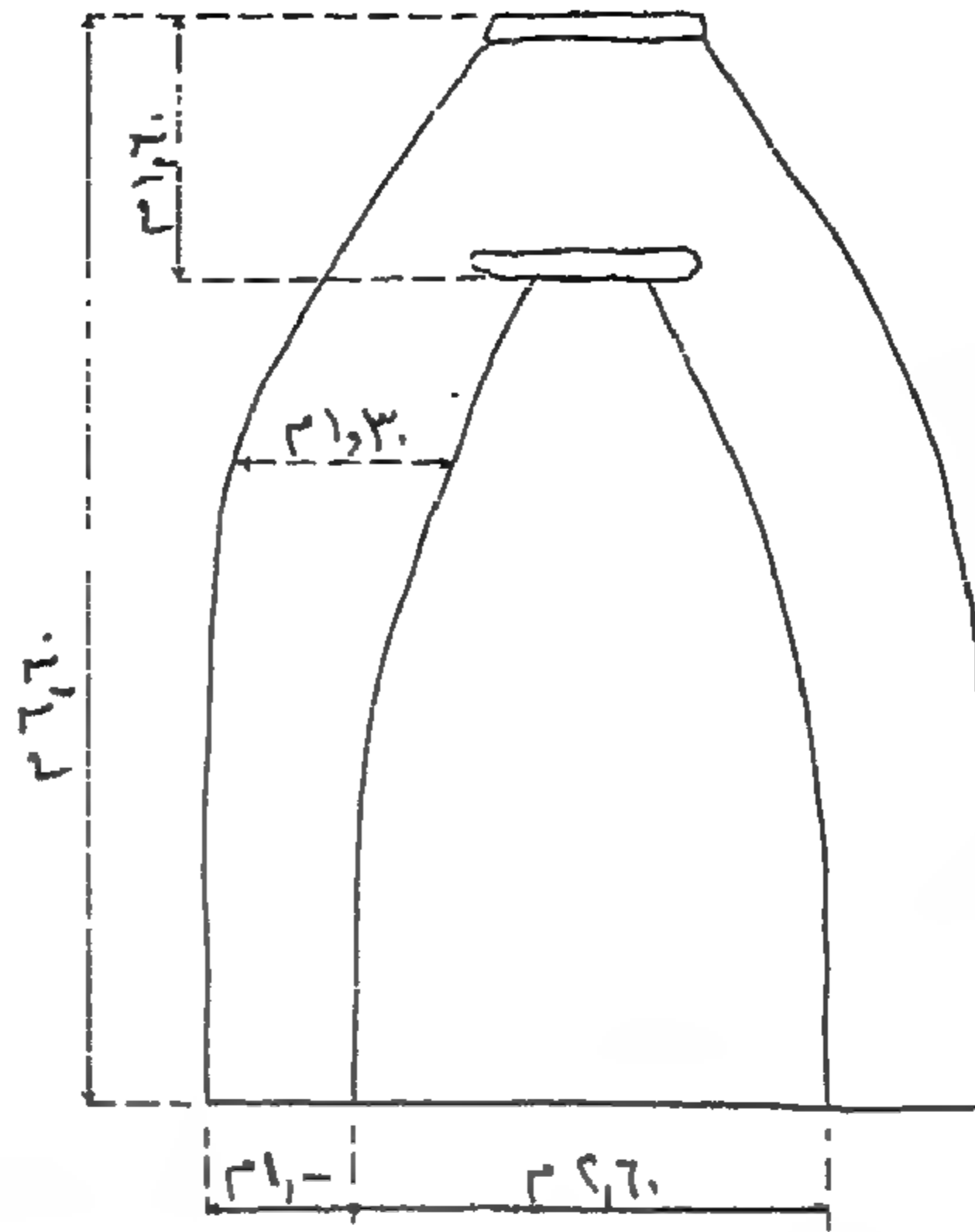


قطاع رئيسي

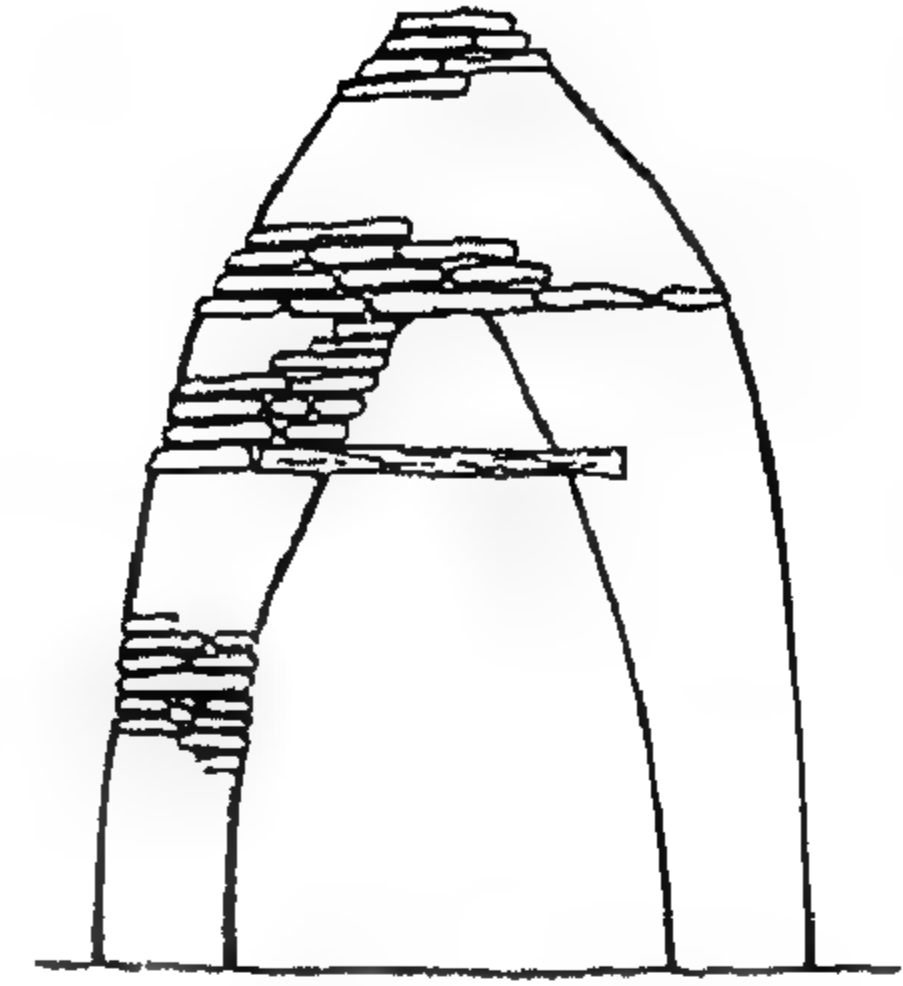




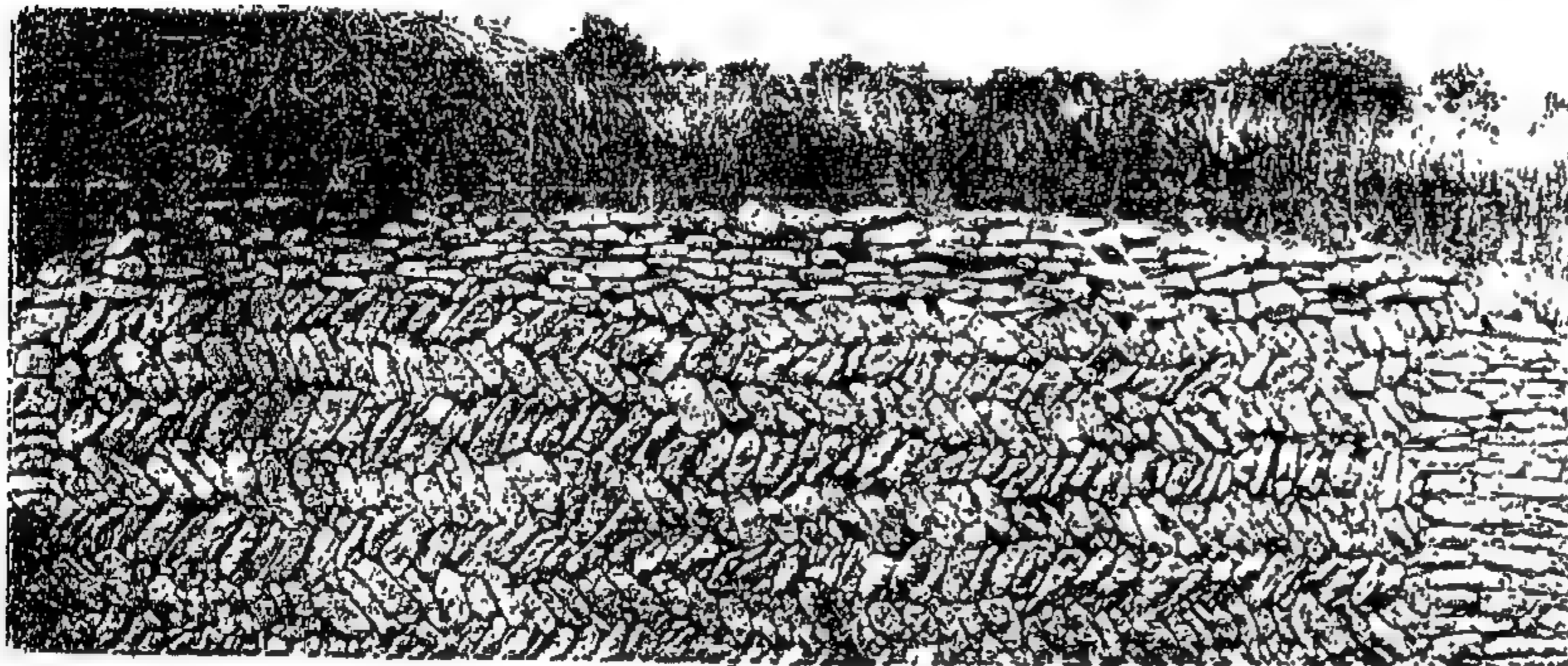
شكل رقم ٢١ - واجهة المنزل  
مبني التغطيات والفتحات



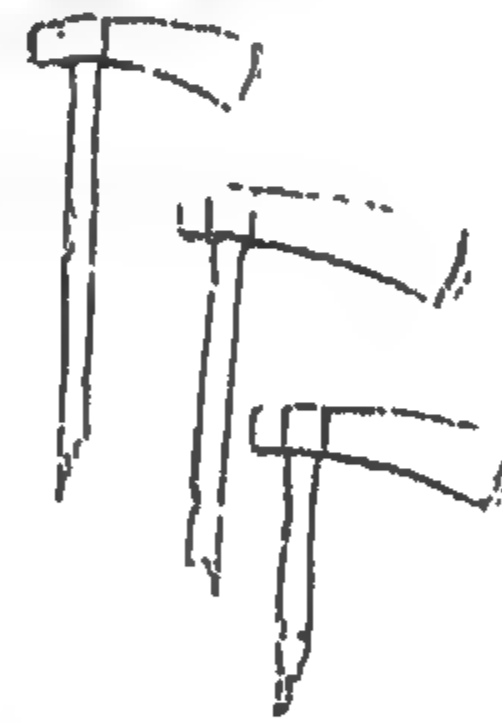
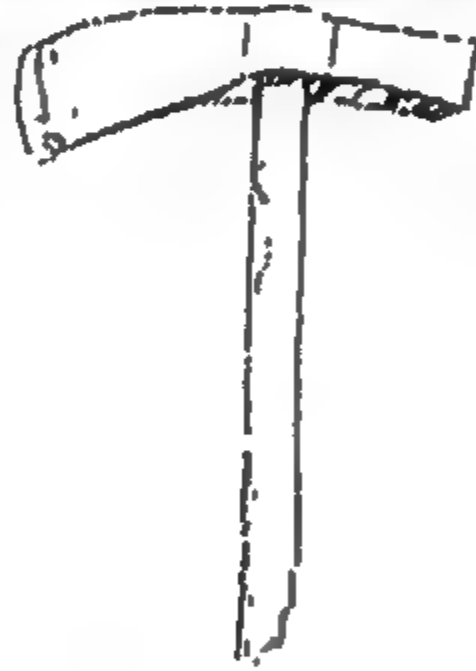
قطاع يوضح الأبعاد المطبقة في هذا الأسلوب



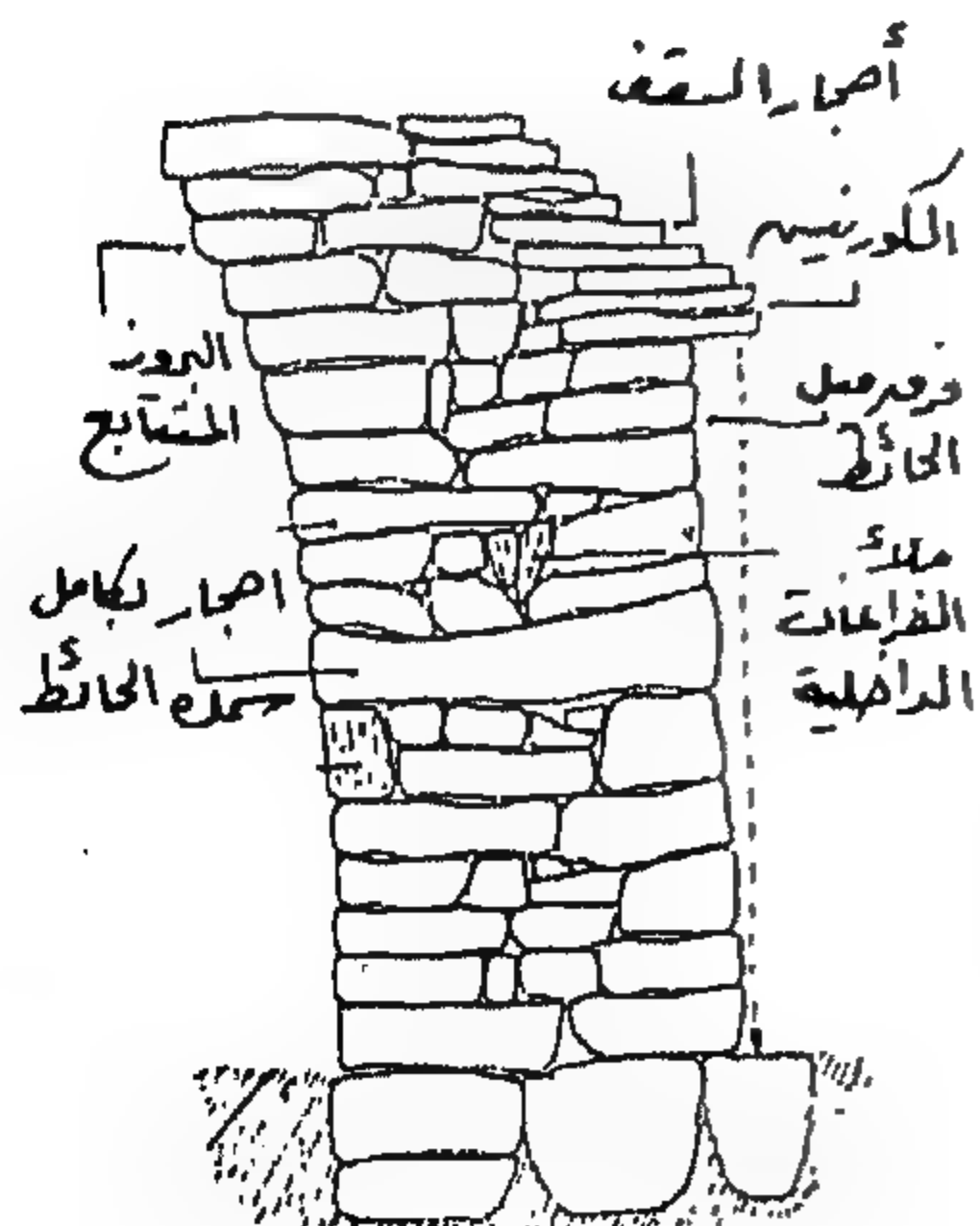
شكل رقم ٢٠ - استخدام الكمرات  
الخشبية في المباني الكبيرة



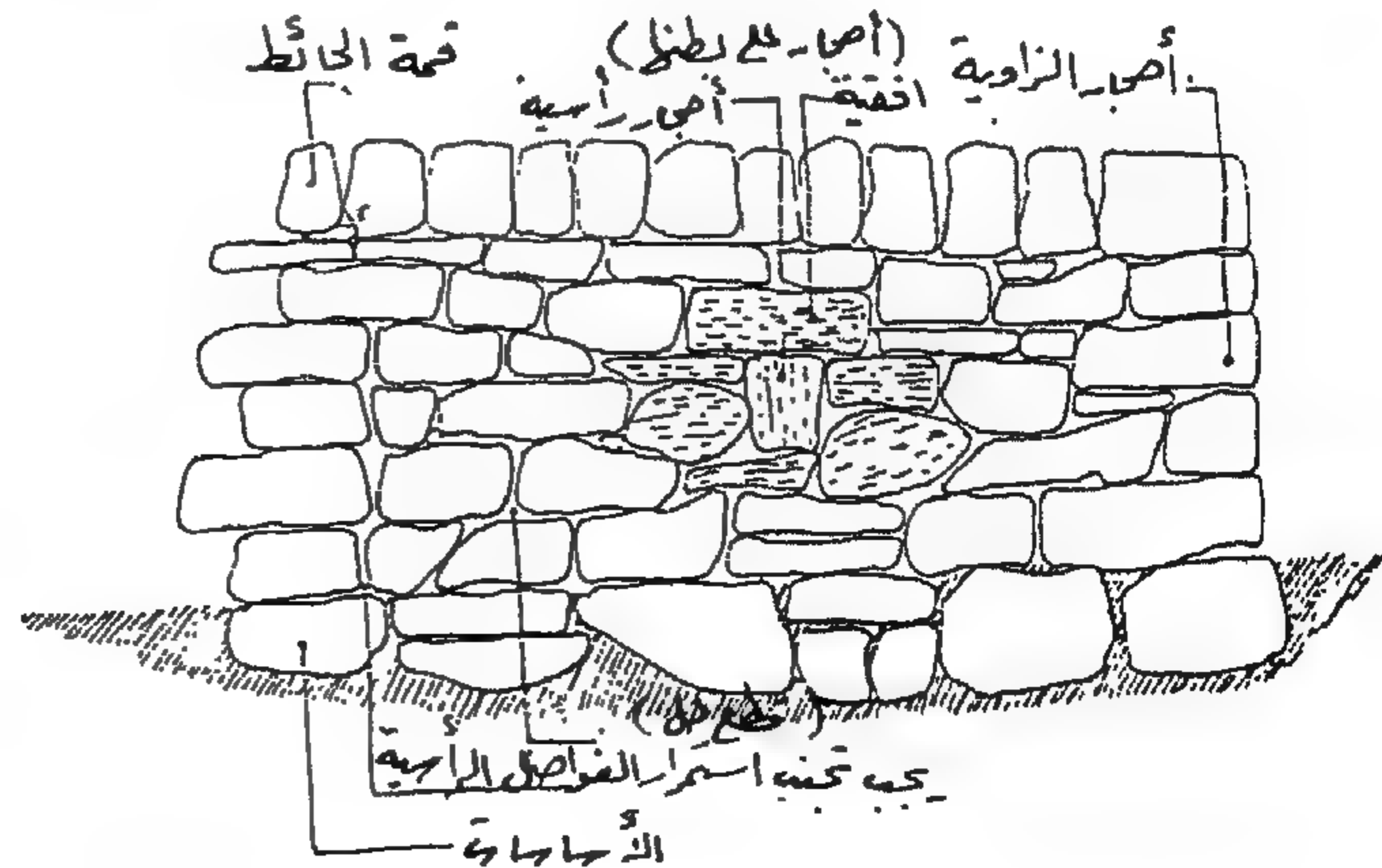
شكل رقم ٢٢ - طريقة "شوك السمك" في رص الأحجار



شكل رقم ٢٣ - الأدوات المستخدمة في البناء



شكل رقم ٢٥ - قطاع رأسي



شكل رقم ٢٤ - أسلوب بناء الحوائط - واجهة

فى ظروف اقتصادية واجتماعية صعبة ، وكان بذلك الحل العملى لتحقيق ضرورات الحياة بالرغم من ذلك ، إلا أنه قد توقف عن التطور فى العصر الحالى ولم يسجل أى استمرار له منذ انتهاء الحرب العالمية الثانية ، وذلك للأسباب الآتية :

١- الاحتياج الدائم للصيانة واستبدال الأحجار المتساقطة وإزالة النباتات والأشجار من حولها حتى لا تؤدى إلى تدهورها بفعل امتداد الجذور .

٢- احتياجها لأيدى عاملة وفيرة ورخيصة ولوقت طويل لإتمام عملية البناء ، وهذا المطلب لا يتمشى مع طبيعة العصر الحالى من ايقاع سريع واحتياجات متزايدة فى قطاع التشييد تتطلب سرعة الإنجاز .

٣- عدم إمكانية إخضاعها لطرق وأساليب الميكنة أو التصنيع (مثلما حدث مع أساليب أخرى للبناء الشعبى ، مثل البناء بالطين على سبيل المثال).

#### سابعاً :- عملية الحفاظ والصيانة وإيجابياتها

بالرغم من أن العوامل السابق ذكرها قد أوقفت استمرارية استخدام هذا الأسلوب فى البناء إلا أن مجرد وجوده والاهتمام به وصيافته من قبل بعض الدول يعطى لنا مثالا يحتذى على ارتباط هذه المجتمعات بتاريخها وتراثها العمرانى واحترامها وتقديرها له وتمسكها به . ولم يضعف من كل هذا بساطته أو فقر مستعمليه .

فعلى سبيل المثال استغرقت عملية صيانة وترميم قرية جورد (Gordes) بجنوب فرنسا ثمانية أعوام متصلة (شكل ٣٣، ٣٤) لم تتردد الدولة أو الهيئات المختصة خلالها فى توفير كافة العناصر والمتطلبات اللازمة لإتمام عملية الصيانة والترميم على أكمل وجه . بل أن العقلية الاقتصادية فى هذه المجتمعات قد نشطت للاستفادة من مجرد وجود مثل هذه النماذج المعمارية النادرة والتميزة ، وحولتها إلى مزارات سياحية أخذت شهرة كبيرة استطاعت أن تحقق من ورائها ليس فقط أرباحاً مادية عالية ولكن أيضاً قدراً كبيراً من الدعاية والإعلام بتراث مجتمعاتها وحضارتها السابقة . إن دراسة تجارب الماضى فى شتى المجالات وتحليل إيجابيات وسلبيات مثل تلك التجارب والخبرات للاستفادة منها فى تقييم الحاضر

فتحات النوافذ عموماً صغيره ، وهى بوجه عام تفتقر إلى الدراسة الجيدة من حيث مساحتها وأماكن توزيعها مما أدى لسوء التهوية والإضاءة فى المباني المشيدة بهذه الطريقة . وكان عامل الرؤية ومراقبة الخارج هو العنصر الهام الذى حدد أماكن هذه الفتحات .

#### ٢- المدفاه

بنيت المدفاه داخل الحائط بشكل بسيط يتناسب وبساطة البناء نفسه - وكان مجرد فراغ يعبر الحائط بشكل مائل من الداخل ( من أسفل لأعلى ) حيث كان المخرج يوجد غالباً تحت الكورنيش (شكل ٢٩) . وضعت المدفاه فى نهاية مسار الرياح بالنسبة للمنزل.

#### ٣- الأسوار

بنيت الأسوار بنفس أسلوب بناء الحوائط الحاملة للمنازل ، واختلفت عنها فى شكل المدماك الأخير حيث أخذ أحد ثلاثة أشكال : اتخذت الأحجار فى الحالة الأولى الوضع الرأسى بهدف أن توفر أطرافها المدببة العلوية قدراً من الحماية ، وفى الثانية وضعت أحجار مقلطحة منحوتة جيداً فى وضع أفقى وذلك فى حالة المنازل الأكبر حجماً . أما الشكل الثالث فكان يتميز بوضع أحجار ضخمة تتميز بالوزن الكبير ، وذلك بهدف تثبيت المداميك السفلية للصور . وقد شكلت هذه الطرق الثلاثة نهايات مختلفة للصور من أعلى بحثاً عن إضافة جمالية للأسوار (شكل ٣٠-٣١-٣٢) ، أما فى اسكتلندا فقد غطيت قمة الأسوار بالنباتات والحشائش.

#### ٤- الطرق المدرجة

وهى عبارة عن طرق مرصوفة بالأحجار التى اتخذت وضعاً رأسياً فوق طبقة أخرى أفقية من الأحجار المستوية (شكل ١٢) أخذت تدريجاتها شكل الدرجات العريضة وذلك للوصول من مستوى آخر فى المناطق الجبلية التى تميزت بالانحدار الشديد فى معظم مناطقها .

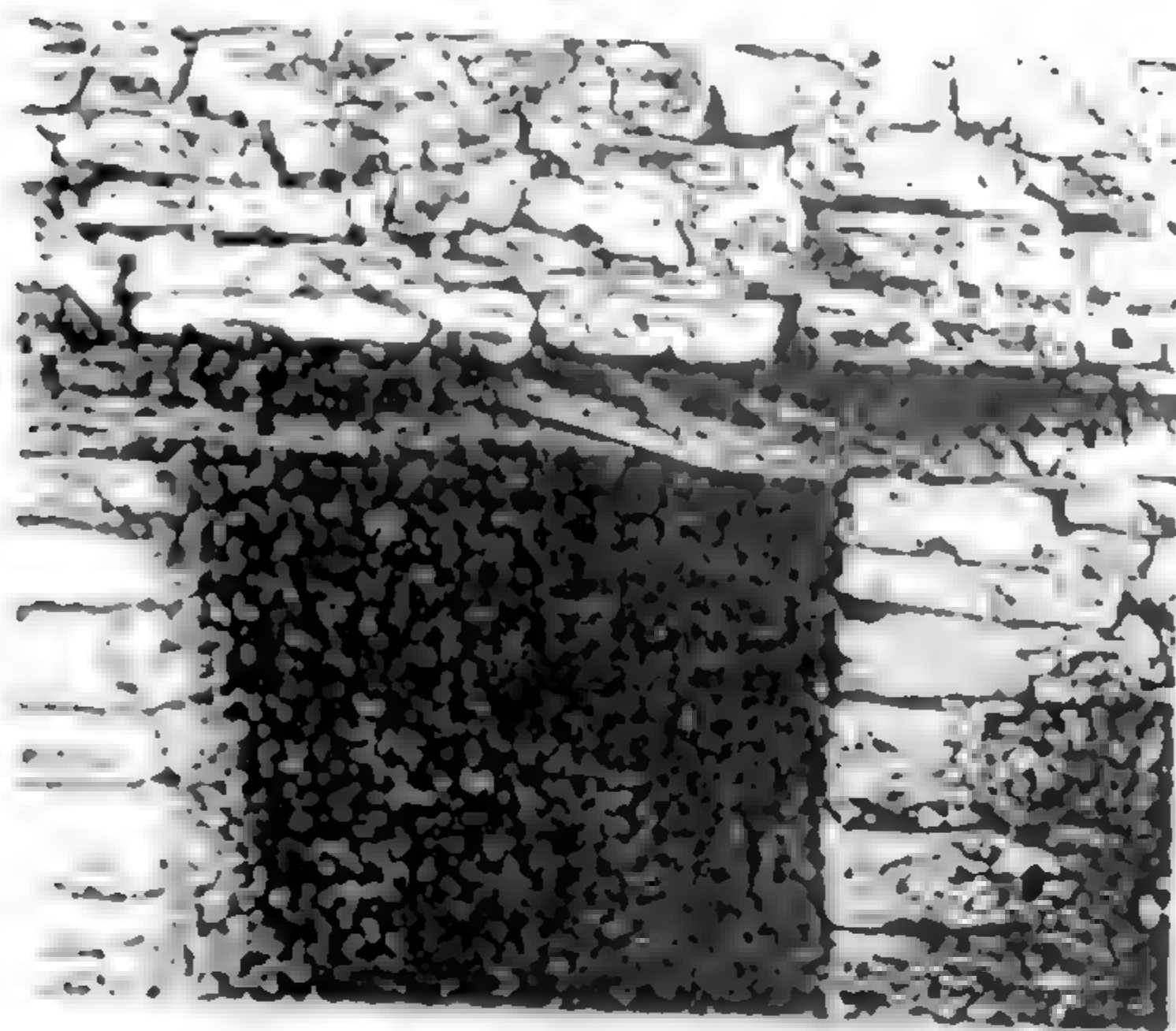
#### سادساً : الاستمرارية وإمكانات التطوير

بالرغم من أن هذا الأسلوب فى البناء استطاع أن يوفر المأوى وأماكن ممارسة النشاطات الحياتية المختلفة فى كثير من الأماكن المتفرقة فى العالم وعلى مر فترات زمنية طويلة





شكل رقم ٢٦ - التوالف



شكل رقم ٢٦ - جوانب الفتحات - الأعتاب الغشبية

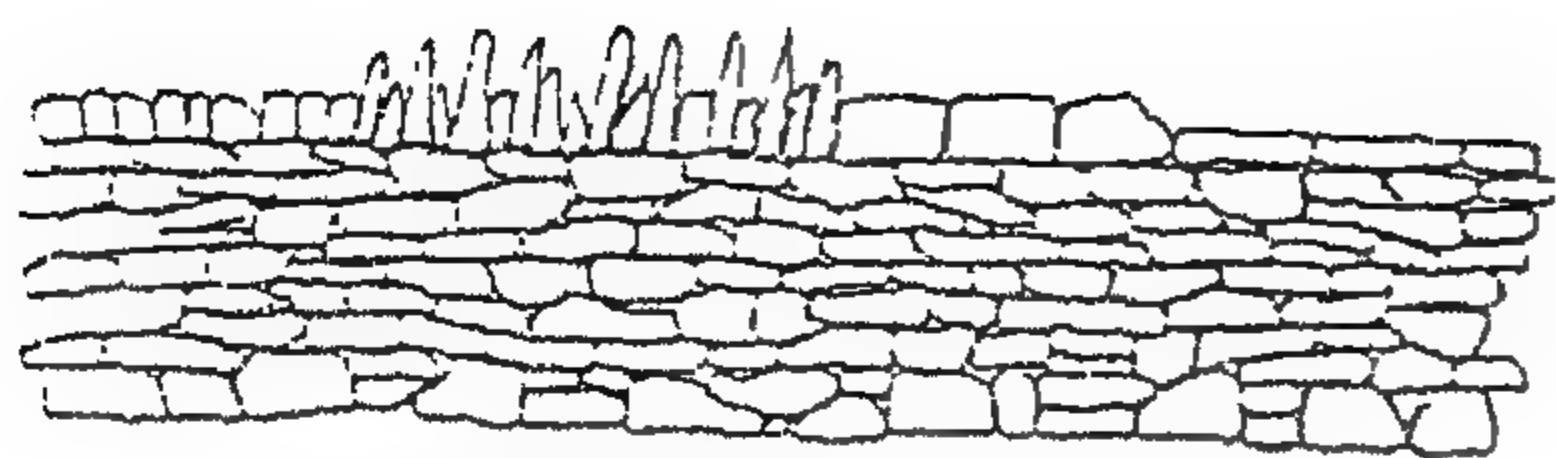


شكل رقم ٢٧ - الأعتاب باستخدام العقود الحجرية

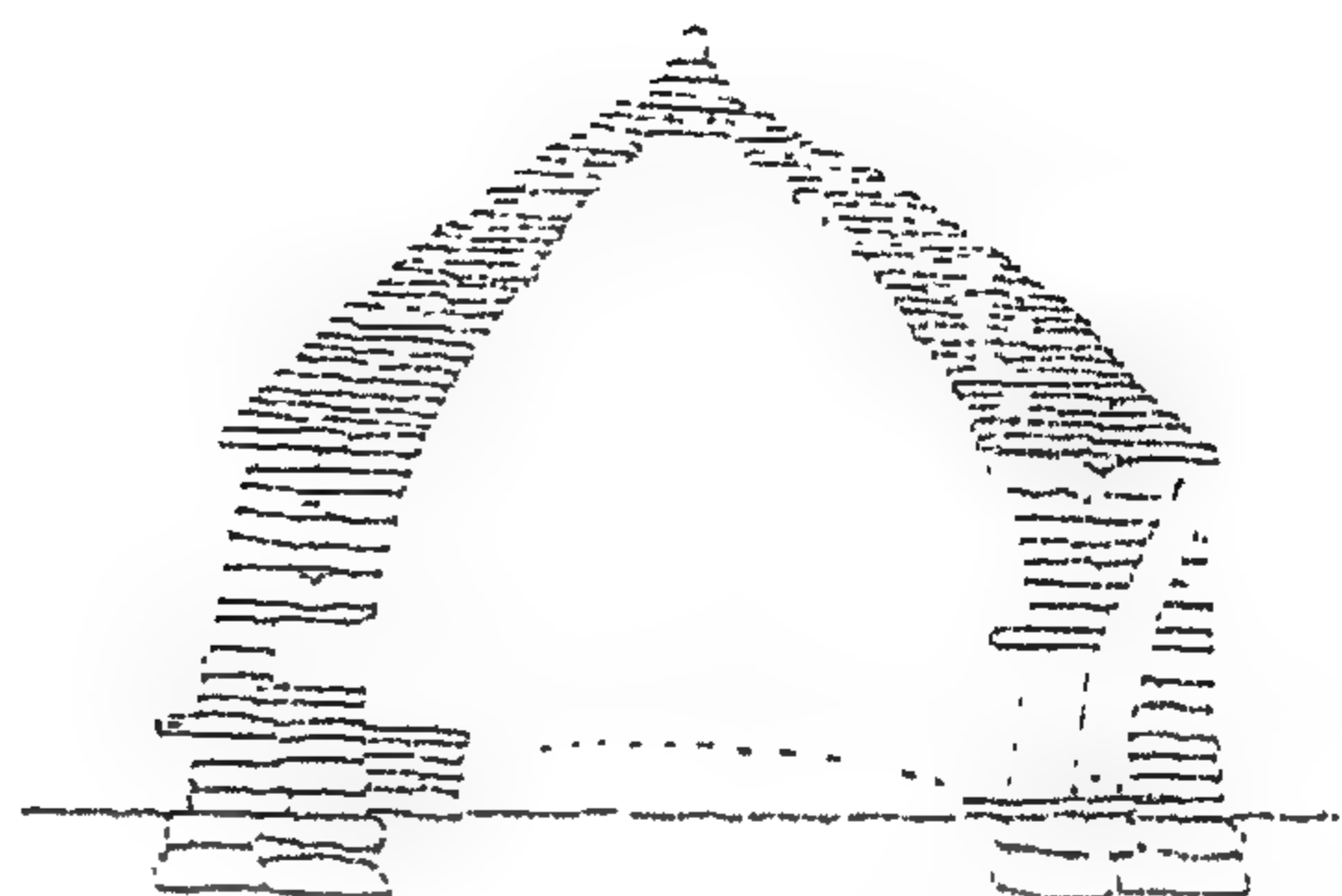


شكل رقم ٢٨ - الأعتاب الحجرية وتعرضها للكسر عند المنتصف





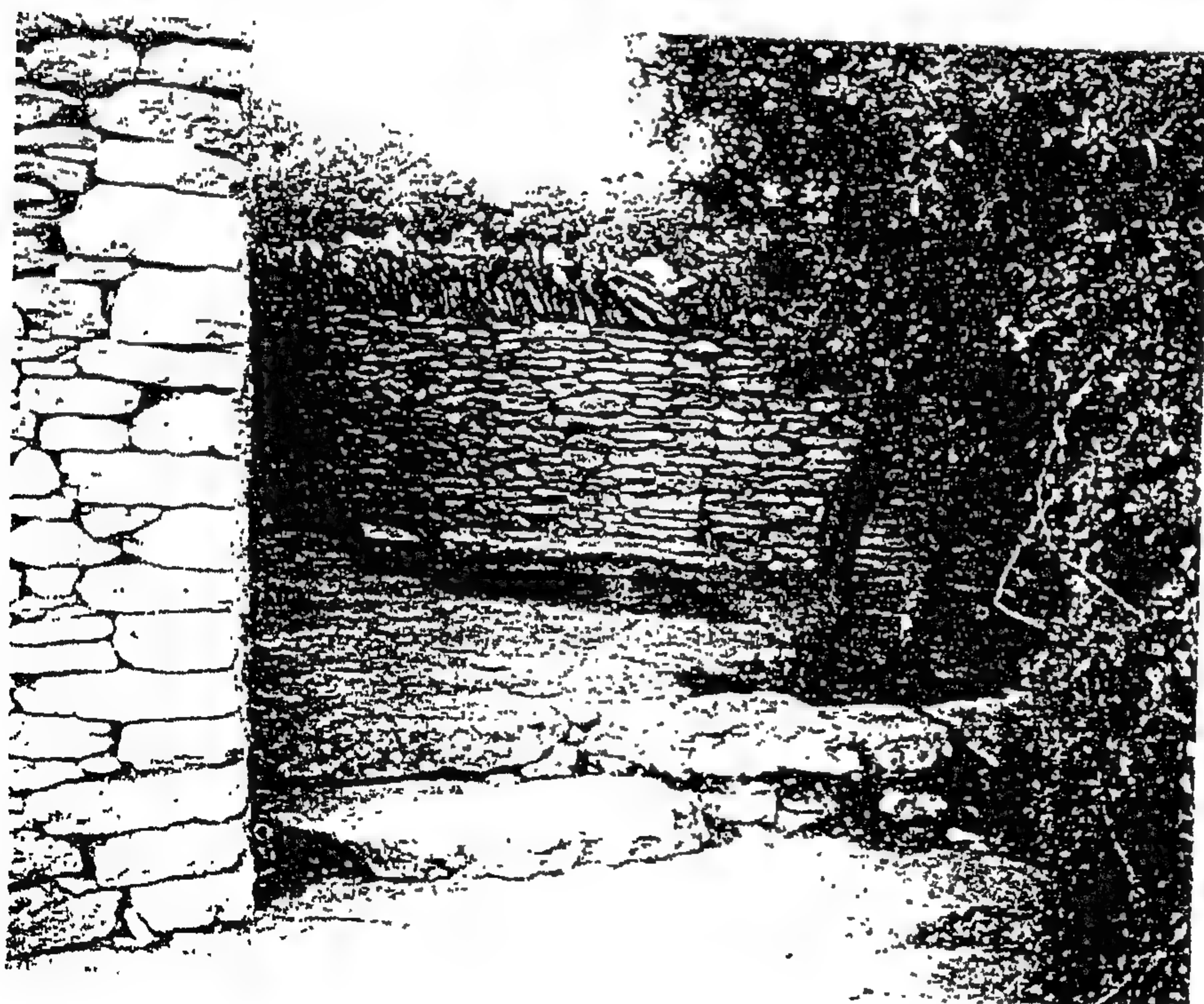
شكل رقم ٣٠ - واجهة للصور تبين الطرق المختلفة  
لرص الأحجار في المدمالك الأخير



شكل رقم ٢٩ - قطاع رأسى في أحد المنازل بين المدفأة



شكل رقم ٣١ - الأسوار  
نهايات الفكية

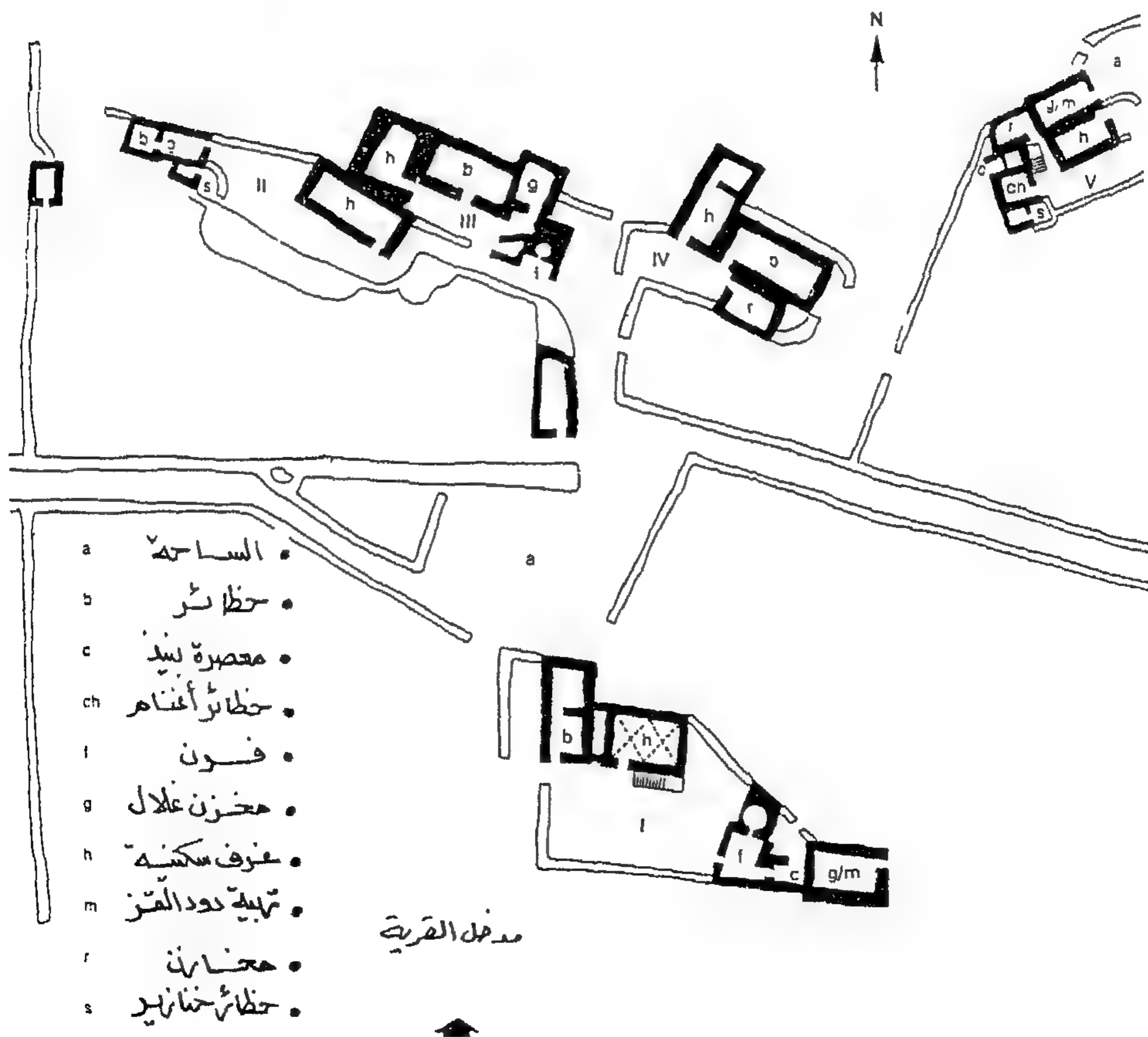


شكل رقم ٣٢ - الأسوار  
نهايات راسية





شكل رقم ٣٢ - منظر جوي عام لقرية جورد " Gordes " بفرنسا



شكل رقم ٣٤ - مسقط أفق للقرية موضح عليه مكوناتها وعناصرها المختلفة



القرن التاسع عشر طبقت أساليب وأنواع تغطيات أكثر دقة وتعتيدا ، وبدأ التوجه لإضافة قيم جمالية لهذا الأسلوب الإنشائي .

استخدم هذا الأسلوب في تشييد مختلف أنواع المباني ، وأيضا في المناجم والحوائط الساندة والطرق في المناطق الجبلية ، ولقد كان توافر مادة البناء في الموقع والحاجة الماسة للاستغلال الأقصى للأراضي الصالحة للزراعة وتوافر الأيدي العاملة الرخيصة من أهم العوامل التي أدت لاستخدام واستمرار هذا الأسلوب في البناء.

تعرض البحث لطرق الإنشاء المختلفة لهذا الأسلوب في إقامة المساكن البسيطة والأسوار والطرق الجبلية المدرجة. ناقش البحث إمكانات تطوير هذا الأسلوب وأسباب عدم استمراريته في الوقت الحالي.

وفي النهاية قام بتقييم تجارب بعض الدول التي بذلت جهودا في صيانة ، والحفاظ على ، تراثها العمراني المشيد بهذا الأسلوب .

وفي تطويره لتحقيق تقدما في المستقبل يجب أن يرتبط دائما بالاعتزاز بما ورثناه من حضاراتنا السابقة ، بصرف النظر عن حجمه أو ثرائه . ولنا أن نستفيد من تجارب المجتمعات الأخرى في هذا المجال لاسيما ، وأنا نمتلك في مصر تراثا عريقا زائرا ولكنه للأسف لا يحظى منا بالاحترام والاهتمام والدراسة والتقدير الجدير به والذي يتلاءم مع قيمته الحضارية العظيمة.

## ملخص البحث

يتناول البحث بالدراسة أحد أساليب البناء بالأحجار بدون استخدام مواد رابطة أو لاصقه.

وهذه الطريقة استخدمت في أماكن متعددة في العالم على مر فترات زمنية طويلة ، ونجد لها نماذج عظيمة في العمارة الفرعونية والرومانية وغيرها من الحضارات السابقة .

ارتبط هذا الأسلوب في أوروبا بداية من القرن الثاني عشر بالمجتمعات الفقيرة والريفية والنائية وتطور ليشهد أكبر انتشار له في القرن الثامن عشر لارتباطه بالتقدم الزراعي ، وفي

## المراجع :

### أولا المراجع العربي

- ١- عن : " عمارة الفقراء والمعماريون الحفاه " - أ.د. عبد الباقي إبراهيم - مجلة عالم البناء - العدد ١٦٦ .
- ٢- مواد الإنشاء المحلية والعمارة البيئية - د. حسن كامل - ندوة علمية عن المعماري الرائد حسن فتحي - كلية الفنون الجميلة .
- ٣- تاريخ العمارة - أ.د. توفيق أحمد عبد الجواد .
- ٤- المنظور التاريخي للعمارة في المشرق العربي - أ.د. عبد الباقي إبراهيم - أ.د. حازم محمد إبراهيم

### ثانيا : المراجع الأجنبية

- 1- PIERRE SECHE EN PROVINCE. , P. COSTE, P.MARTEL
- 2- LE VILLAGE DES BORIES A GORDES DANS LE VAUCLUSE. , VILLAGE DES BORIES-GORDES.
- 3- FOURS A CADE, FOURS A POIX DANS LA PROVIANCE LITTORALE , Laurent PORTE.



## المقومات الطبيعية والعمرانية للسياحة فى دولة قطر

أ. د. اسماعيل عامر\*

### مقدمه

تعمل الدول جاهدة لتنمية مجتمعاتها وزيادة دخلها القومى من خلال مخططات وبرامج لاستغلال طاقاتها سواء الطبيعية أو البشرية أو الاقتصادية أمثل استغلال .

فقد انتهجت بعض الدول سياسة التخطيط السياحى بعد حصر ومعرفة مواردها التى تعمل على إبراز مقوماتها السياحية واستغلالها إلى أن وصل ذلك فى بعض الحالات أن يكون أكبر عائد للدخل القومى من قطاع السياحة .

فالسياحة أصبحت صناعة لها خططها ومقوماتها ورجالها ، فهى علم أصبح له قواعد وأسس خاصة ، وخصصت له وزارات ببعض الدول . فقد أسهمت السياحة كحتمية اقتصادية فى تقدم الكثير من دول العالم الثالث والبلاد النامية فى الآونة الأخيرة .

لذلك بدأت بعض الدول العربية التى تتمتع بمميزات سياحية طبيعية أو تاريخية أو ثقافية الدخول والعمل على تسهيل وتشجيع القطاع السياحى بها ، كما أن البعض من تلك الدول لا يتوافر لديها مثل هذه الظروف والمغريات السياحية فحاولت العمل على جذب السياحى من خلال الاستفادة المثلى والتخطيط لكل امكانياتها المتوافرة من أجل تنويع مصادر الدخل القومى ومسايرة الركب السياحى وعدم التخلف عنه .

وقد دخلت دولة قطر عصر السياحة الحديثة ( وليس السياحة النمطية ) حيث بدأ العمل لوضع خطط لتنمية وتطوير هذا القطاع الحيوى - لذلك تعمل أجهزة الدولة مجتمعة للوصول إلى أنسب وأمثل الخطط مع دراسة وتحليل للعوامل والمقومات التى تعمل على جذب السياحى للدولة . كما تم استكمال مقومات الحضارة المدنية من خدمات عامة ومرافق أساسية بجانب قطاع التعليم الذى يعتبر دعامة أساسية للتقدم الحضارى للدولة .

فلكل دولة تبعاً لتاريخها وحضارتها ودرجة تقدمها وتحضرها مقومات يمكن الاستناد عليها لدفع عجلة الحركة السياحية بالبلاد . وهذا البحث يعمل على دراسة وتحليل المقومات الطبيعية والعمرانية للسياحة بدولة قطر والتى تعمل على خدمة القطاع السياحى ، حيث أن البلاد تتمتع بمقومات طبيعية وبيئية وعمرانية عديدة بجانب المقومات الاجتماعية والاقتصادية المستقلة أو التى لم تستغل بعد. وسيتم التركيز فى البحث على المقومات الطبيعية والعمرانية فقط ، وهذا لا يعنى الإقلال أو إهمال قيمة وتأثير المقومات الاجتماعية والاقتصادية ... فلا يمكن الفصل بينها عند وضع تخطيط لقطاع السياحة ، ولكن سيكون التركيز على المقومات الطبيعية مع إلقاء الضوء على باقى المقومات .

ومما يدعم التطور السياحى بدولة قطر - الحركة السياحية المتزايدة والمستمرة خاصة بمعدلها المتزايد فى السنوات الأخيرة ، ممثلة فى إعداد الفنادق والنزلاء والليالى السياحية ونسب إشغال الفنادق ، حيث أن كل هذه البيانات والمؤشرات تعطى دلالة واضحة عن ازدياد معدلات الحركة السياحية حسب شهور السنة .



جدول رقم ١ - الفنادق حسب عدد الأجنحة والغرف والأسرة ودرجة الفندق - ١٩٩٢

درجة الفندق	عدد الفنادق	عدد الأجنحة	عدد الغرف	عدد الأسرة
الممتازة (*****)	٤	١٨٥	١٠٣٩	١٤٥٧
الأولى (****)	١	١٧	١٥٣	٢٣٦
الثانية (***)	٣	١٤	١٣٨	٢٨٠
الثالثة (**)	١	-	٤١	٧١
الرابعة (*)	١	١	٧٠	١٣٥
غير مصنف	٣	-	٦٤	١٣١
المجموع	١٣	٢١٧	١٥٠٥	٢٣١٠

المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ١٥٢ ، ص ٢١٣ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٢ - حركة الفنادق حسب درجة الفندق - ١٩٩٢

البيان	عدد الأسرة	عدد النزلاء	عدد الليالي السياحية	عدد الأسرة / ليالي	متوسط اشغال السرير	متوسط اقامة النزيل (ليلة)
الممتازة (*****)	١٤٥٧	٩٥٣٩٥	٢١٩٦٦٧	٥٣١٨٠٥	٤١,٣	١,٧٠
الأولى (****)	٢٣٦	٢٤٧٦٧	٢١١١٧	٨٦١٤٠	٢٤,٥	٠,٨٥
الثانية (***)	٢٨٠	١١٣٦٨	١٥٢٩٢	١٠٢٢٠٠	١٥,٠	١,٣٠
الثالثة (**)	٧١	٣٢٢٤	١١٤٨٢	٢٥٩١٥	١,٤	٣,٧٠
الرابعة (*)	١٣٥	١٥٦٧	١٤٨١٤	٤٩٢٧٥	٣٠,٠	٩,٤٠
غير مصنف	١٣١	٤٥٦٩	٩٨٣٩	٤٧٨١٥	١٧,٠	٢,٣٠
المجموع	٢٣١٠	١٤٠٨٩٠	٢٩٢٢١١	٨٤٣١٥٠	٣٤,٦	٢

المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ١٥٢ ، ص ١٥٤ ، ٢١٤ ، ٢١٥ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٣ - نزلاء الفنادق وليالي الإقامة حسب الجنسية ١٩٨٨ - ١٩٩٢

الجنسية	الجنسيات العربية		الجنسيات الأجنبية		المجموع	
السنة	نزلاء	ليالي	نزلاء	ليالي	نزلاء	ليالي
١٩٨٨	٤٦٦٤٩	٩٢٥٥٦	٦٦٤٨٠	١٣٣٥٧٨	١١٣١٢٩	٢٢٦١٣٤
١٩٨٩	٤١٩٥٠	٨٨٢٢٥	٦٨٤٧٨	١٤٩٧٩٤	١١٠٤٢٨	٢٣٨٠١٩
١٩٩٠	٩٣٠٢٩	٦٧٣٨٥٩	٤٢٩٧٥	١٢٠٦٠٨	١٣٦٠٠٤	٧٩٤٤٦٧
١٩٩١	٧٨٦٢٥	١٢٧٢٦٨	٦٤٠٢٧	١٢٧٦١٣	١٤٢٦٥٢	٢٥٤٨٨١
١٩٩٢	٦٥٩٦٧	١٢٥٠٨٢	٧٤٩٢٣	١٦٧١٢٩	١٤٠٨٩٠	٢٩٢٢١١

جدول رقم ٤ - نزلاء الفنادق وليالي الإقامة حسب الجنسية والشهر - ١٩٩٢

الجنسية الشهر	الجنسيات العربية		الجنسيات الأجنبية		المجموع	
	نزل	ليالي	نزل	ليالي	نزل	ليالي
يناير	٥٤٤٤	٨٢٩٧	٥٤٤٢	١٥٢٣٦	١٠٨٨٦	٢٣٥٣٣
فبراير	٦١٠٧	١٠٨٠٥	٦٤٣٠	١٤٨٧٠	١٢٥٣٧	٢٥٦٧٥
مارس	٤٤٥٢	٨٦٧١	٥٩٠٤	١٣٢٣٢	١٠٣٥٦	٢١٩٠٣
أبريل	٤٣٨٦	٨٨١٨	٦٧٥٢	١٢٦٥٦	١١١٣٨	٢١٤٧٤
مايو	٤٦١٦	١٠١٠١	٥٦٢٥	١٥٢٤٧	١٠٢٤١	٢٥٣٤٨
يونيو	٤٢٩٧	١٠٦١١	٥٦٧٦	١٢٨٨٢	٩٩٧٣	٢٣٤٩٣
يوليو	٥٣٩١	٨٥٧١	٥٠٥١	١١٠٧٤	١٠٤٤٢	١٩٦٤٥
أغسطس	٥٦٨٤	٩٨٥٠	٦٠٨٢	١٠٢٦٨	١١٧٦٦	٢٠١١٨
سبتمبر	٨٠٧٩	١٢٧٥٢	٦٣٧٥	١٣٧١١	١٤٤٥٤	٢٦٤٦٤
أكتوبر	٤٨٥٨	٩٨٦٤	٦١٨٩	١٤١٦٥	١١٠٤٧	٢٤٠٢٩
نوفمبر	٥٢٠٥	١٠٢١٢	٦٨٥٠	١٤٩٨٧	١٢٠٥٥	٢٥١٩٩
ديسمبر	٧٤٤٨	١٦٥٢٩	٨٥٤٧	١٨٨٠١	١٥٩٩٥	٣٥٣٣٠
المجموع	٦٥٩٦٧	١٢٥٠٨٢	٧٤٩٢٣	١٦٧١٢٩	١٤٠٨٩٠	٢٩٢٢١١

المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ١٥٥ ، ص ٢١٧ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٥ - أعداد القادمين والمغادرين من مطار الدوحة الدولي (١٤٠٨ هـ) \*

القادمون		الجنسيات	المغادرون	
العدد	%		العدد	%
٨٧,٨٥٣	٢٣,٨	قطري	٢٣,٨	٩٠,٧٣٨
٤٦,٢٧٦	١٢,٦	رعايا دول مجلس التعاون الخليجي	١٢,٤	٤٧,٠٨٨
٧١,٢٨٧	١٩,٣	عرب آخرون	١٨,٨	٧١,٦٥٥
١٦٣,٢٧٣	٤٤,٣	أجانب	٤٥,٠	١٧١,٢٠٧
٣٦٨,٦٨٩	% ١٠٠	المجموع	% ١٠٠	٣٨٠,٦٨٨

ومن تلك البيانات والجداول نجد أن :

أغلب أعداد القادمين لقطر من جميع منافذها هم من الأجانب الذين يمثلون أعلى نسبة ٤٤,٣% من اجمالي أعداد القادمين (جوا) ، كذا رعايا دول مجلس التعاون الخليجي أعلى نسبة من ٥١,٦% - ٦٧,٢% للقادمين من منافذ الدولة (برا).

أما بالنسبة للفنادق ، فأعلى نسبة نزلاء من الأجانب عام ١٩٩٢ ، حيث يمثلون ٥٣,٢% من اجمالي أعداد النزلاء ، وقد

(\*) المصدر : دراسة قطاع السياحة في دولة قطر ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحة ،

زادت تلك النسبة من عام ٨٧ - ١٩٩٢ بنسبة ٣٩,٨% ، كذلك نسب الليالي السياحية وإشغال الفنادق بكافة درجاتها . ويتضح من البيانات الإحصائية أن الليالي السياحية زادت بنسبة ٥٨,٨% خلال عام ٨٧ - ١٩٩٢ . هذا علاوة على المشاريع المستجدة والتي تعمل على زيادة الحركة السياحية من نشاطات ثقافية ورياضية ومؤتمرات ومعارض ، علاوة على افتتاح الخط البحري بين الدوحة ودبي في نوفمبر ١٩٩٤ والذي يمثل الاتصال البحري بين الدولتين .



بالدولة واستغلالها أمثل استغلال .

### الجزء الأول

## تعريف أهداف وأنماط وأشكال السياحة وعلاقتها بالتخطيط السياحي

للبدء فى دخول مجال صناعة السياحة ، يجب أولاً التعرف على ماهية السياحة من حيث تعريفها ، أهدافها ، كذا نوعيات السواح المطلوب جذبهم ، مع تحديد لمناطق الجذب المختلفة ، وأنسب الأوقات للزيارة ، ونوعها ، وأهم المقومات ، والمغريات والمناطق الجاذبة لكل نوعية السواح .

هذا بالنسبة للسياحة الخارجية ، علاوة على السياحة الداخلية والتي لا تقل أهمية عن الخارجية ، حيث من الممكن توجيهها للاتجاه السليم ، للاستفادة من جملة الإنفاق خارج الدولة لداخلها تجاه المشاريع والمناطق السياحية وتنميتها وتطويرها .

### ١- تعريف السياحة

السياحة كما سبق الذكر هى علم ، لذا يجب التعرف عليها قبل البدء فى تحليلها . وللسياحة عدة تعريفات تختلف طبقاً لمن يقوم بتعريفها ووجهة نظره <sup>(١)</sup> ، فالبعض ينظر للسياحة على أنها ظاهرة اجتماعية ، والبعض الآخر ينظرون لها من الوجهة الاقتصادية أو أحد العوامل للعلاقات الإنسانية بين الشعوب ، أو علاقة دولية لربط وتدعيم وتنمية الثقافة بين تلك الشعوب .

ومن أوائل التعريفات عام ١٩٠٥ (جو بيير فرويلر)<sup>(٢)</sup> عندما وصفها بأنها :

" ظاهرة تنبثق عن الحاجة المتزايدة للراحة وتغيير الهواء وإلى مولد الإحساس بجمال الطبيعة والشعور بالبهجة والمتعة من الإقامة فى مناطق لها طبيعتها الخاصة " .

وتوالى الأبحاث حتى عام ١٩٣٠ حيث عرف الباحث الانجليزى (أوجيلفى)<sup>(٣)</sup> إلى أن السواح :

" هم كل الأشخاص الذين يتوفر فيهم شرطان :

أ ( انتقالهم من موطنهم الأصلي لمدة لا تقل عن سنة .

ب) من ينفقون فى المناطق التى يقيمون فيها إقامة مؤقتة

لذلك ، بالتعرف وتحديد المقومات السياحية وتكاملها مع باقى المقومات ، يمكن وضع برامج سياحية منظمة ومتكاملة فى هيئة خطط سنوية لتنمية هذا القطاع الحيوى واستغلال تلك المقومات للبلاد حيث قد ثبت على سبيل المثال لا الحصر من تجربة مشروعى :

١- بحيرة الخليج العربى والذى تم حجز كافة الوحدات المطروحة للبيع فى أقل من أسبوع من تاريخ الإعلان .

٢- مشروع شاليهات مسعيد ونجاح التجربة مع الضغط والإشغال الكامل لهذا المنتج ، خاصة أيام الأعياد والعطلات الرسمية ، مما يدل على تقبل واستعداد المواطنين لمثل هذه المشاريع السياحية والتي تمثل دعامة أساسية للسياحة الداخلية .

وهذا دليل لإمكانية استثمار الطاقات السياحية بالدولة تجاه السياحة الخارجية بجانب السياحة الداخلية أيضاً ( علماً بأن نسبة التحويلات المصاحبة للمغادرين للسياحة بقطر بين عام ٨٥ - ١٩٨٩ ما بين ٨٤١,١ - ٩٨٥,١٢ مليون ريال قطرى أى زيادة بنسبة ١٧ ٪ )<sup>(١)</sup> .

### أهداف البحث :

- يهدف هذا البحث لدراسة وتحليل المقومات الطبيعية والعمرانية السياحية بدولة قطر مستغلة أو غير مستغلة بعد .  
- كذلك العمل على تصنيف السياحة طبقاً للمقومات الطبيعية والعمرانية الحالية .

- دراسة للإمكانيات المختلفة لتنمية وتطوير قطاع السياحة مع حصر للمشاكل والمعوقات الحالية ودراسة لكيفية التغلب عليها .

- رسم وتحديد للمهام الرئيسية للجهات المعنية بقطاع السياحة والتابعة له ، مع تنظيم للعلاقات التبادلية بينهم .

- الخروج بالدراسة واستخلاص كيفية إعداد المخطط السياحي كهدف أساسى بناء على المقومات الطبيعية والعمرانية الحالية

(١) المصدر : دراسة قطاع السياحة فى دولة قطر ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحة ، ١٩٩٠ .

(٢) Alister Mathieson G. Wall . TOURISM ( Economic, Physical and Social Impact) U.S.A., 1990

(٣) المصدر : السياحة الحديثة علماً وتطبيقاً ، د. محمود كامل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٥ .

هناك ارتباط وثيق بين السياحة ومناطق الدراسة ، وهى ما يسمى أو يطلق عليها بالجغرافيا السياحية تبعا لنمط المنطقة واتساعها والعوامل الطبيعية والبيئية المؤثرة .

ويمكن القول بأن السياحة فى مضمونها عامة <sup>(٢)</sup> هى مدى الانتفاع من الاجازات أو أوقات الفراغ للتمتع بالمصادر والمغريات الطبيعية والبيئية والثقافية بمنطقة ما تبعد إلى حد ما عن موطن الإقامة المعتاد ( شاملة السياحة الداخلية ) .

٢- أنماط السياحة وأشكالها وبواعثها وأغراضها  
قبل دراسة أنماط السياحة يجب التعرف أولا على :  
- مناطق الجذب التى يقصدها السائح .  
- المناطق المصدرة التى يقبل منها السائح .

حيث أن رغبات واهتمام السواح تختلف من دولة أو منطقة لأخرى . كذلك العمل على دراسة مدة الإقامة المناسبة للسائح بالبلد المستقبلية ، وذلك طبقا إلى :  
- طبيعة الموسم السياحى .  
- موقع الموسم السياحى من فصول السنة .

حيث أن كل فترة من فترات السنة تعتبر موسماً سياحياً لفئة معينة من السواح ، وذلك تبعاً للمناخ ، كذا المناطق الجغرافية . لذلك فدراسة البواعث التى تدفع السائح لمغادرة بلده لبلد آخر من أهم عوامل الحركة السياحية ، مع دراسة للخصائص الاجتماعية والاقتصادية التى يتميز بها المطلب السياحى .

بعد التعرف وتحديد كل هذه المؤثرات يمكن التوصل إلى أى نوع من أنواع وأنماط السياحة مطلوب ولمن ومتى . فهناك أنماط سياحية عديدة منها<sup>(١)</sup> :

أ - أنماط مصنفة طبقاً للمنطقة الجغرافية التى يقبل منها ويقصدها السائح :

سياحة استضافة ، سياحة خارجية ، سياحة داخلية  
ب- أنماط مصنفة طبقاً لسمة حركة السياحة وصلتها بمدة الإقامة :

سياحة إقامة ، سياحة موسمية ، سياحة تنقل .

ج- أنماط مصنفة طبقاً لطبيعة الموسم السياحى :

سياحة شتوية ، سياحة صيفية ، سياحة مناسبات .

أموالاً لم يكسبوها من هذه المناطق " .

ثم عرفت السياحة تعريفاً علمياً عام ١٩٥٩ من (الجمعية الدولية لخبراء السياحة العلميين) <sup>(١)</sup> .

" السياحة عبارة عن مجموع العلاقات والظواهر التى تترتب على سفر وإقامة مؤقتة لشخص أجنبى فى مكان ما طالما هذه الإقامة المؤقتة لا تتحول إلى إقامة دائمة ولا ترتبط بنشاط يغل ربحاً لهذا الأجنبى " . فالسائح مستهلك بحت .

" السياحة هى مطلب كل انسان ، مادام الانسان بحاجة إلى المعرفة والبهجة ، ما دامت وسائل الاتصال والسفر فى تحسن وتشابك ، وما دامت مستويات المعيشة والمداخيل تزداد سعة ، ما دام التواصل الإنسانى مطلب لا غنى عنه " <sup>(٢)</sup> .

دخلت السياحة من وجهة نظر السفر على أنها مرحلة متحركة - ديناميكية ، وأما من وجهة نظر الإقامة نفسها ، فهى مرحلة ثابتة - ومن هنا ظهر مدى أهمية النقل فى استيراد وسرعة تحريك السواح واستغلال أوقاتهم أكمل استغلال مهما تنوعت حركاتهم .

تنقسم الحركات السياحية إلى قسمين بأربعة مجموعات :

- القسم الأول : ويشمل المجموعات الكمية

١-١ المجموعة المكانية ممثلة فى الموقع - المنطقة الجغرافية - ووسائل الاتصال بالمناطق الأخرى .  
٢-١ المجموعة الوظيفية ممثلة فى السفر والإقامة .

- القسم الثانى : المجموعات الكيفية

١-٢ المجموعة الترفيهية والرياضية ممثلة فى الراحة والاستجمام والرياضة .

٢-٢ المجموعة البيئية والثقافية والعلمية ممثلة فى الآثار والعادات والتقاليد البيئية والمؤتمرات .

والقسم الثانى من خلاله يمكن الوصول للمفهوم الصحيح والطابع المميز للسياحة كظاهرة اجتماعية .

(١) المصدر : السياحة الحديثة علماً وتطبيقاً ، د. محمود كامل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٥ .

(٢) المصدر : السياحة فى منطقة البحر المتوسط ، د. محمد الحمادى ، الكتاب الجغرافى السنوى ، العدد الثالث ، الرياض ، ١٩٨٧ .

(٣) Douglas Pearce, Tourism Today, New York, 1987



للمناطق المجاورة لها ، وعليه يجب دراسة المناطق المطلوب تخطيطها سياحياً ، ليس فقط على المستوى المحلي ، ولكن على المستوى الخارجى ، للتعرف على مدى علاقتها وارتباطها بالمناطق المجاورة كتكامل للخطط السياحية بنظرة أشمل .

### دراسات على المستوى المحلى

أ - طبقاً للاعتبارات الجغرافية : تحديد للخطوط والمعالم الطبيعية البارزة من :

- المناظر الطبيعية وخصائصها ومواقعها من سواحل ، رمال ، شعب مرجانية ...

- المناخ من جهة درجات الحرارة ، وفترات هطول الأمطار ، وتوافر أشعة الشمس ، والرياح ، للتعرف على فصول السنة وتصنيفها طبقاً لنوعية السائح .

- البيئة النباتية والحيوانية والبحرية للمنطقة من : نباتات وأشجار نادرة ، حيوانات وطيور ، أسماك .

ب- طبقاً للاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية : توافر إمكانيات المعيشة ، كذا توافر مصادر الطاقة من مياه - كهرباء ... كذا وسائل النقل المختلفة والطرق .

ج- طبقاً للاعتبارات التاريخية : مخلفات الماضى من معالم وآثار والتي تعتبر أرشيفاً تاريخياً للبلاد ، ومادة خاما يمكن استغلالها فى مجال السياحة ، بهدف تحديد لأهم المعالم وأماكنها وأى نوعية من السواح يهتمون بها .

د - طبقاً للاعتبارات السياحية : الجهات المعنية المختصة بالنشاط السياحى والفنادق وخدماتها ، كذا المنشآت السياحية والملاعب ... مع دراسة للسوق السياحى بالمنطقة ، مع تحديد للتوقعات والاحتمالات للسياحة المنتظرة وكيفية وسبل تحقيقها بالنتائج المرجوة منها .

### ٤- أنماط المغريات وعوامل الجذب السياحى

من أهم العوامل المؤثرة على النشاط السياحى هو عامل الجذب السياحى ، وينحصر فى ثلاث مجموعات هى :

د - أنماط مصنفة طبقاً للبواعث والدوافع السياحية :

سياحة تاريخية وثقافية وترفيهية ، سياحة استجمام وصحة ، سياحة رياضية .

هـ- أنماط مصنفة طبقاً للخصائص الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع :

سياحة ممولة ذاتياً ، سياحة اجتماعية ، سياحة شبابية .

وأخيراً ، وأهم النقاط هى : مدى الانفتاح الإدارى للدولة المضيفة ، فهل هى ستكون سياحة موجهة أو سياحة حرة . كل ذلك فى ضوء قواعد وقوانين الدولة والتي من الممكن أن تحد من حرية السائح أحياناً .

### ٣- التخطيط السياحى

لإعداد مخطط سياحى ، يجب معرفة وتحديد للموارد السياحية بالدولة<sup>(\*)</sup> ، فهى تعتبر عاملاً أساسياً ونقطة بداية هامة لكل مخطط يضع خطة سياحية .

يركز التخطيط السياحى على استثمار الموارد والإمكانات السياحية بهدف إسهام هذا القطاع الاقتصادى فى زيادة حصيلة الدخل القومى وتنويع مصادره ، وتتمثل الموارد الطبيعية التى يمكن استغلالها فى مجال السياحة فى :

- بعض أشكال سطح الأرض - موارد نباتية طبيعية - موارد حيوانية فطرية - المناخ السائد - السواحل البحرية والجزر ، يضاف إلى ذلك عوامل غير طبيعية كالمواقع الأثرية والأماكن المقدسة والمزارات الدينية ، إلى جانب أنواع السياحة المستحدثه ( سياحة المؤتمرات ، سياحة رياضية ، سياحة علاجية ... الخ ) .

حيث أن حث السائح على ارتياد منطقة سياحية لا يتطلب إلا إعداد شئ لا يمكن أن يجده فى وطنه ، أو متطلب خاص تحت ظروف معينة يحثه على السفر لقضائه .

لذلك يجب الأخذ فى الاعتبار مجموعة الإمكانيات القائمة فعلاً أو محتمل قيامها لمنطقة أو دولة المراد وضع مخطط سياحى لها مع دراسة لاحتياجاتها ، كذا الظروف المختلفة

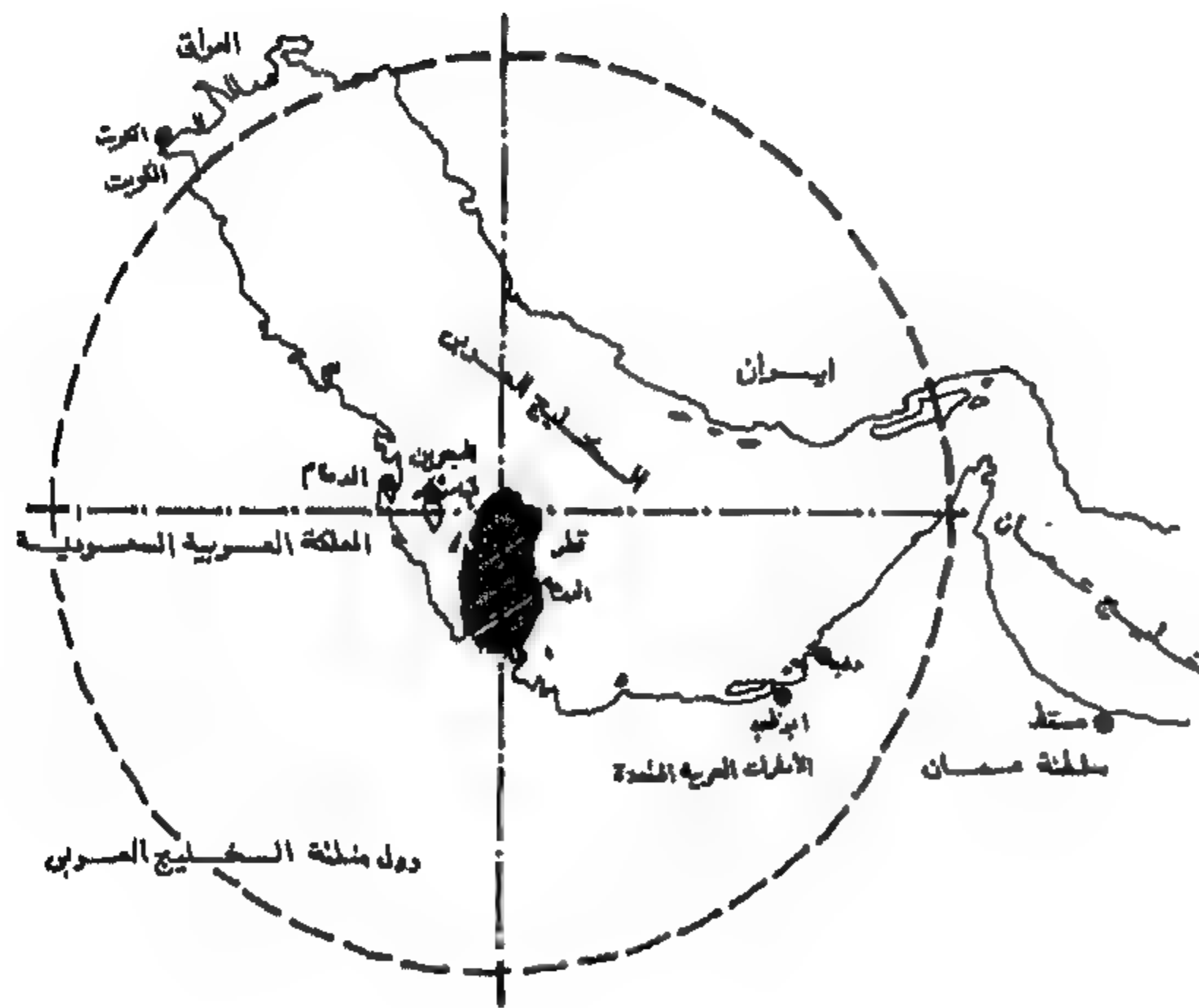
### مقومات سياحية على المستوى الدولى

تقع دولة قطر بمنطقة الخليج العربى والذى أصبح محطة رئيسية للعابرين من أوروبا وأمريكا والشرق الأوسط إلى الشرق الأقصى ، أو للقادمين للمنطقة التى أخذت أهميتها الحالية تزداد منذ ظهور البترول بها ، وهذه الأهمية ممثلة فى المدن التالية ومطاراتها الدولية :

الدوحة (قطر) ، أبو ظبى ودبى (الإمارات العربية المتحدة)،  
المنامة (البحرين) ، الدمام ( المملكة العربية السعودية ) ،  
مسقط (عمان) ، الكويت ( الكويت ) .

### مقومات سياحية على مستوى منطقة الخليج العربى

تعتبر دولة قطر هى مركز الخليج العربى أفقياً ورأسياً ، ونقطة ارتكاز جغرافى لباقي الدول المحيطة ، فهى مركز متوسط ذو أهمية استراتيجية ونقطة اتصال بين الشرق والغرب . ( شكل ١ )



شكل رقم ١ - موقع شبه جزيرة قطر خليجياً

### مقومات سياحية على المستوى القومى

دولة قطر شبه جزيرة وسط الخليج العربى ، وحدودها ما يقرب من ٩٠٪ من أطوالها سواحل ، وباقي الحدود يابس من الجهة الجنوبية فقط ( الحدود مع المملكة العربية السعودية ) .  
فهى تتمتع بسواحل يبلغ طولها حوالى ٦١٠ كم \* طولى

### ١-٤ المغريات التاريخية والأثرية وهى ممثلة فى :

الآثار - عناصر معمارية هامة وطابعها نابع من البيئة وعادات وتقاليدها المجتمع ، أو مبانى تمارس فيها الشعائر الدينية - موانئ قديمة - مواقع لها أهمية تاريخية ، مراسم واحتفالات تعبر عن الواقع البيئى للمنطقة - أبراج ، حصون ، قلاع ... .

### ٢-٤ المغريات المتصلة بالإنتاج البشرى المعاصر

حضارات الشعوب - العادات والتقاليد وطرق المعيشة وهى تنقسم إلى :

١-٢-٤ أنشطة قديمة : فولكلور - صناعات يدوية ذات

طابع محلى - ملابس - موسيقى ...

٢-٢-٤ أنشطة عصرية : مصانع - مراكز إنتاج - اعلام

( سباقات سيارات أو حيوانات ) .

### ٣-٤ المغريات الطبيعية

#### ١-٣-٤ مغريات الأرض الطبيعية النادرة

أشجار - حدائق عامة وقومية - كثبان رملية - تنوءات صحراوية - حيوانات متوحشة - طيور مهاجرة - واحات

#### ٢-٣-٤ المغريات المائية

وهى تنطلق من الماء تحت جميع أشكاله ومظاهره ، أى عناصر الجذب ذات الصلة بالماء مثل : نباتات مائية - شعب مرجانية - حدائق أسماك - مساقط مياه - شلالات - جزر - عيون مياه طبيعية .

### الجزء الثانى

### السياحة فى قطر

مما لا شك فيه أن دولة قطر تتمتع بمقومات سياحية كبيرة سواء طبيعية ، أو اجتماعية أو اقتصادية . لذلك فلو وضع خطط سياحية من الواجب ، كما ذكر من قبل ، التعرف على تلك المقومات والموارد السياحية لاستغلالها أقصى وأمثل استغلال ، ضماناً لتحقيق الغرض المنشود والوصول للنتائج المرجوة من زيادة معدل الحركة السياحية ، وأن يصل دخلها ليمثل أحد مصادر الدخل القومى للدولة .

\* Al Sheeb Ali, Coastal Geomorphology of the cost of Quatar Peninsula, U.K. 1988.



ب) مناطق رمال وكثبان رملية ناعمة تندر بها التجمعات العمرانية . (شكل ٢)



فهنالك ٢ مناطق تطل على السواحل الشمالية ( الخور ،

شكل رقم ٣ - الحواف الشاطئية للبلديات بقطر

بين دول المنطقة واستغلالها في التبادلات للصادرات والواردات من الوجهة الاقتصادية ، وكذا استقبال السواح عن طريق المداخل البحرية . وهذا قد ترجم بالفعل في مشروع ربط الدوحة بمدينة دبي بدولة الإمارات العربية المتحدة عن طريق عبارة سياحية ، مما يعمل على ازدياد حركة التبادل السياحي بين البلدين .

المقومات الطبيعية والعمرانية على مستوى دولة قطر: ( مناخ / أشكال سطح / سواحل / عمران / نقل وطرق )

### ١- المناخ

يعد من أهم موارد البيئة الطبيعية وأكثر العوامل تأثيراً على التخطيط عامة والتخطيط السياحي خاصة ، فهو يؤثر على النشاط البشري وتحركاته ، المناخ عبارة عن : درجات حرارة - أمطار ورطوبة - سطوع شمس ورياح .

فللمناخ أثر واضح في نشاط الحركة السياحية سواء كانت على المستوى الدولي أو المحلي ، ويتمثل ذلك في جذب وتحريك السكان تجاه السواحل من المناطق ذات الشتاء البارد أو المناطق ذات الحرارة العاليه (البر) للمناطق الساحلية ذات الجو المعتدل .

#### أ) درجات الحرارة\*\* (جدول ٦)

تعتدل درجات الحرارة في الأشهر ( يناير ، فبراير ، مارس ... نوفمبر ، ديسمبر ) (جدول ٦) ، حيث تتراوح معدلاتها ما بين (١٩,١ م إلى ٢٦,٣ م) عظمى ، ومن (١١,٠ م إلى ١٦,٩ م) صغرى وهي ملائمة ومن أنسب الدرجات لممارسة الانسان للحياة الطبيعية والأنشطة المختلفة ، وهي تعتبر لأهل البلاد فترة شتاء ، لكن بالنسبة للأجانب سواء من أوروبا أو أمريكا فهي أجمل الفترات مناخياً .

- هناك فترة تنحصر في عدة أشهر متوسطة الحرارة وهي أشهر ( ابريل ، مايو ... سبتمبر ، أكتوبر ) حيث تتراوح درجات الحرارة من (٢٩,٢ م إلى ٣٧,٧ م) عظمى إلى (١٨,٣ م - ٢٧,٦ م) صغرى ، وهذه الفترة من الممكن أن تلائم أهل شرق آسيا والعرب عامة ، حيث أنه يعتبر جواً معتدلاً .

- أما الفترة التي تزداد فيها درجات الحرارة عن معدلاتها وهي

### مقومات على المستوى المحلي

هناك بعض المناطق وكذا التجمعات العمرانية ذات صبغة أو وظيفة تعتبر في حد ذاتها مقومات محلية من: العاصمة الادارية - مناطق الأخوار ( خور العديد ، خور زكريت ... ) مناطق ذات سواحل رملية - مناطق بها هضاب ( منطقة دخان ) .

لذلك فهناك مقومات عديدة ومتدرجة حسب أهميتها وسيتم التركيز في الدراسة على كافة مستوياتها السابقة.

### المقومات الطبيعية

السياحة مرتبطة بطبيعة المكان وجغرافيته التي تحدد مقومات معينة فمنها :

#### مقومات طبيعية على المستوى الدولي (عام)

- المناخ : يعتبر مناخ منطقة الخليج العربي قاسياً إلى حد ما (مناخ الصحراء) نظراً لشدة الحرارة صيفاً ، لكن هناك فترات يكون فيها الجو ملائماً للأغراض السياحية وخاصة للسياحة الخارجيه ، حيث يعتدل الجو مع طول فترة سطوع الشمس في نفس الوقت الذي تنعدم فيه تلك الظروف بمناطق أخرى ، مما يعطى ميزة لمنطقة الخليج في مثل هذه الفترات من السنة ، ويعتبر أحد المقومات الطبيعية السياحية بالمنطقة

- الموقع : كما ذكرنا من قبل ، تقع دولة قطر في منطقة متوسطة بين دول شرق وأقصى آسيا والدول الأفريقية والأوروبية والأمريكية .

فهناك مطار دولي يمكن استغلاله في الوصل بين الشرق والغرب ، وذلك عن طريق فتح الأجواء للشركات العالمية لاستخدامه للنقل والشحن مع تقديم التسهيلات العديدة .

#### المقومات الطبيعية على مستوى منطقة الخليج العربي

علاوة على موقع قطر المتوسط بين دول المنطقة ، فهناك موانئ أهمها ميناء مسيعد والدوحة ، كذا الميناء الجديد لمشروع رأس لفان للغاز الطبيعي ، ويمكن العمل على توسيع وتطوير بعض الموانئ القديمة من ميناء الرويس ودخان لاستقبال السفن بحجم معين . هذه الموانئ ستعمل على الربط

\* المصدر : نظام عبد الكريم ، على الشبيب ، بسام النصر ، جغرافية العالم الإسلامي ومستقبله ، الدوحة ، ١٩٩٥ .

\*\* المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ٢ ، ص ٦ ، الدوحة ، ١٩٩٢



تلطيف وتنظيف الجو والبيئة - هذا بجانب الاستفادة منها في زيادة منسوب المياه الجوفية العذبة ، وفوائدها بالنسبة للأغراض الزراعية والرعى .

#### د - سطوع الشمس \*\* ( جدول ٧ )

سطوع الشمس يعتبر أحد النعم التي من الله سبحانه وتعالى بها على الإنسان ، فهي بمثابة مصدر من مصادر الطاقة ، ولها فوائد عدة سواء للحياة البشرية أو النباتية والحيوانية .

فمعدل سطوع الشمس وتأثيره البسيط المقبول للإنسان وراحته متوفر في قطر على مدار الأشهر ( يناير - فبراير - مارس ... أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ) ، وهي الفترة التي يحرم منها الأجانب في بلادهم من أشعة الشمس ، ومن هنا يمكن الاستفادة واستغلال هذا المصدر في جذب السواح ، فالمعدل يتراوح ما بين ٩ - ١٠ ساعة / اليوم في تلك الفترة .

الأشهر (يونيو - يوليو - أغسطس) ، وهي فترة يتحملها ومعتاد عليها أهل المنطقة ، ويمكن الاستفادة منها للسياحة الخارجية لأهل ومواطني منطقة الخليج وكذا للسياحة الداخلية.

#### ب- الرطوبة النسبية

تقل نسبة الرطوبة في الأشهر ( أبريل - مايو - يونيو ) حيث تتراوح من ٥٣ - ٧٦ % عظمى ، ومن ١٥ - ٤١ % صغرى ، ومما يعمل على تلطيف الجو شتاءً هو ارتفاع نسبة الرطوبة ، كذلك تعمل على عدم تحمل الجو صيفاً .

#### ج- الأمطار\* ( جدول ٦ )

لا توجد أمطار طوال العام فهطول المطر محصور في الأشهر ( ديسمبر / يناير / فبراير ... ) ، حيث تسقط الأمطار على فترات متفرقة ، ولا تمثل أى عائق لاستمرار الحياة (اللهم إلا السيول والتي تحدث كل عدة سنوات ) حيث أن مدد سقوط المطر لا يتعدى ساعات ، بل على العكس فهي تعمل على :

### جدول رقم ٦ هطول الأمطار والمتوسط الشهري لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية

مطار الدوحة الدولي ١٩٩٠ - ١٩٩٢

الشهر	هطول الأمطار (مليمتر)			متوسط درجات الحرارة المئوية						متوسط الرطوبة النسبية ( % )					
				١٩٩٠		١٩٩١		١٩٩٢		١٩٩٠		١٩٩١		١٩٩٢	
	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى
يناير	١٠,٧	٠,٣	٨,٧	١٢,٩	٢٠,٢	١٥,١	٢٢,٥	١١,٠	١٩,١	٥٣	٨٩	٥٢	٨٧	٤٨	٨٣
فبراير	١٣,٧	١,٣	٢٦,٨	١٥,٠	٢٢,٥	١٤,٦	٢٢,٧	١٢,٨	٢٠,٧	٤٥	٨٦	٤٩	٨٤	٥٠	٨٦
مارس	٠,٦	٢٦,٢	١,٩	١٦,٩	٢٦,٨	١٧,٠	٢٥,٢	١٤,٢	٢٢,٧	٣٣	٨١	٤٥	٨٧	٤٤	٨٥
أبريل	٤,٦	١,٠	٢,٩	٢١,٦	٣٢,٦	٢٢,٤	٣٣,٥	١٩,٣	٣٠,٢	٢٦	٧٠	٢٣	٦٨	٣١	٧٦
مايو	-	-	٠,١	٢٦,٧	٤٠,٣	٢٤,٨	٣٦,٥	٢٥,٨	٣٧,٥	١٥	٦٠	١٦	٥٣	٢٥	٧١
يونيو	-	-	-	٢٨,١	٤١,٤	٢٧,٩	٣٩,٨	٢٨,٥	٤٢,٥	٢٤	٧٤	٢١	٦٥	١٨	٦٥
يوليو	-	-	-	٣٠,٣	٤٣,٣	٢٨,٦	٣٩,٩	٢٩,٤	٤١,١	١٩	٧٣	٢٥	٧٠	٢١	٦٧
أغسطس	-	-	-	٢٩,٢	٤٠,٥	٢٩,١	٣٨,٨	٢٩,٨	٤١,٣	٢٨	٧٨	٣٥	٧٩	٢٨	٧٦
سبتمبر	-	-	-	٢٧,٠	٣٨,٨	٢٧,٦	٣٧,٧	٢٧,٣	٣٨,٠	٣٠	٧٩	٣٦	٨٣	٤٠	٨٩
أكتوبر	-	-	١٢,٢	٢٤,٤	٣٥,٩	٢٤,٨	٣٤,٤	٢٣,٧	٣٣,٨	٤٠	٧٤	٤٠	٨٧	٣٨	٨٢
نوفمبر	-	-	-	٢٠,٣	٣٠,٣	١٨,٣	٢٩,٠	٢٠,٦	٢٩,٢	٣٩	٨٤	٣٧	٨٣	٤٦	٨٣
ديسمبر	-	٣١,١	٥٠,٦	١٦,١	٢٦,٣	١٧,٣	٢٥,٢	١٦,٨	٢٣,١	٣٩	٨٤	٤٩	٨٩	٥٩	٨٨
السنة	٢٩,٦	٣١,٩	١٠٣,٢	٢٢,٤	٣٣,٢	٢٢,٣	٣٢,١	٢١,٦	٣١,٦	٢٣	٧٨	٣٦	٧٨	٢٧	٧٩

المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ١ ، ص ٤ ، الدوحة ١٩٩٣

\* المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ٢ ، ص ٦ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

\*\* المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء ، جدول ١ ، ص ٤ ، الدوحة ، ١٩٩٣ .

جدول رقم ٧ - سطوع الشمس - مطار الدوحة الدولي ١٩٩٠ - ١٩٩٢

الشهر	سطوع الشمس - القصوى اليومية			الاشعاع الشمسى - القصوى اليومية		
	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢
يناير	١٠,٤	٩,٨	٩,٨	٤٣٨,٠	٣٨٢,١	٤١٥,٩
فبراير	١٠,٦	١٠,٤	١٠,٣	٥٠٢,٤	٤٧٢,٦	٤٩٨,٤
مارس	١٠,٩	١٠,٤	١٠,٨	٥٥٢,١	٥٣١,٠	٥٨٢,٠
ابريل	١٢,٢	١١,٥	١١,٨	٦٧٦,١	٦٢٥,٢	٦١٣,٩
مايو	١٢,٢	١٢,٠	١٢,٠	٦٤٧,٤	٦٥٣,٩	٦٣٧,٧
يونيو	١٢,٥	١٢,٢	١٢,٣	٥٨٦,١	٦٥٢,٩	٦٦١,١
يوليه	١٢,٢	١١,٣	١١,٧	٦٤٣,٠	٥٥١,٣	٦٢١,٢
أغسطس	١١,٩	١١,٢	١١,٧	٥٧٥,٢	٥٧٣,١	٦٠٨,٣
سبتمبر	١١,١	١٠,٩	١١,٤	٥٦٩,٢	٥٥٣,٠	٥٧٤,٦
أكتوبر	١٠,٥	١٠,٥	١٠,٥	٤٨٩,٩	٤٩٣,٣	٤٩٦,٦
نوفمبر	١٠,٤	١٠,٤	١٠,٢	٥٥٨,٢	٤٣٧,٠	٤٣٣,٧
ديسمبر	١٠,١	٩,٨	٩,٩	٣٩٦,٦	٣٧٨,٩	٣٩٧,٦
السنة	١٢,٥	١٢,٢	١٢,٣	٦٧٦,١	٦٥٣,٩	٦٦١,١

المصدر : الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٣ ، ص ٧ ، الدوحة ، ١٩٩٣

اكتوبر ، نوفمبر ، ديسمبر ) ، وتزداد فى أشهر ( مارس - ابريل - مايو - يونيو - يوليو - أغسطس - سبتمبر ) .

من العناصر السابقة للمناخ ، يمكن استخلاص : تأثيره على الحركة السياحية وتحديد الفترات المحببة لكل نوعية سائح سواء أجنبى أو عرب أو مواطنى الدولة وأهل منطقه .

## ٢- أشكال السطح ( شكل ٢ )

بدراسة طبيعة دولة قطر ، نجد أنها تتسم بسطح صخرى منبسط بوجه عام ، تغطيه السهول والكثبان الرملية ، باستثناء بعض الهضاب قليلة الارتفاع فى شمال وغرب البلاد وأكثرها ارتفاعا فى منطقة دخان ، بينما تغطى الرمال والسهول الملحية المناطق الجنوبية .

يحتوى شكل السطح على العديد من الظواهر الجغرافية التى يكثر وجودها فى السواحل القريبة للخليج العربى ، ومنها الأخوار والخلجان التى توجد بكثرة على سواحلها المختلفه . كذلك ظاهرة الأحواض والمنخفضات وهى مناطق تجمع مياه

وهناك فترات ذات سطوع شمس وتأثير متوسط على الإنسان وهى فى الأشهر ( ابريل ... سبتمبر ) حيث يتراوح معدل سطوح الشمس ما بين ١٠,٥ - ١٢ ساعة / اليوم .

أما باقى فترات السنة ما بين الأشهر ( مايو - يونيو - يوليو - أغسطس ) ، فهى فترة شديدة الحرارة ومعدل سطوح الشمس ذو تأثير قوى ويزداد المعدل إلى ١١ - ١٣ ساعة / اليوم .

## هـ- الرياح \* ( جدول ٨ )

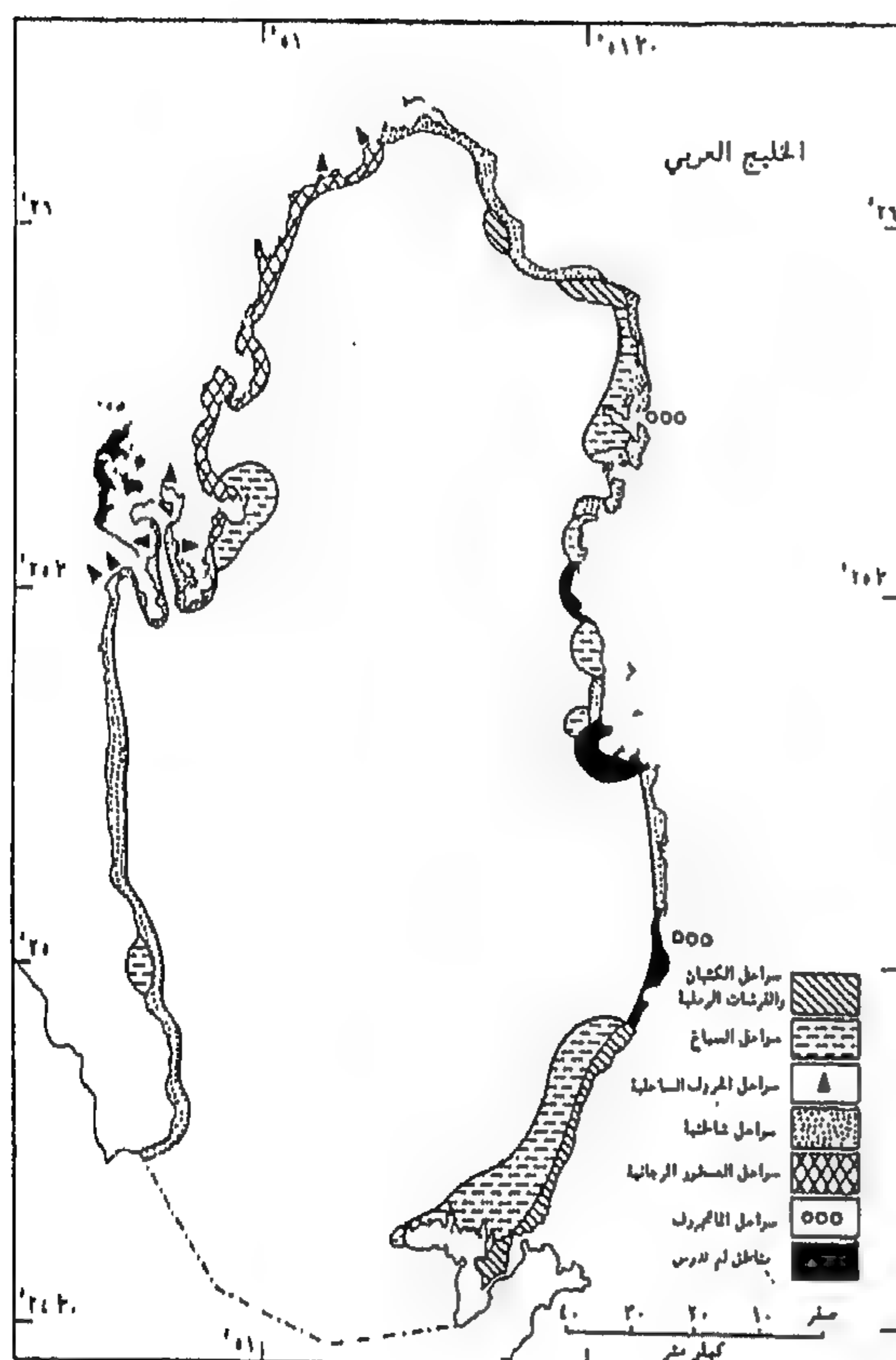
الرياح تعتبر ذات حدين ، فهى مفيدة أحيانا حيث تعمل على إقلال نسبة الرطوبة بالجو مع تلطيفه ( جدول ٨ ) ، وتساعد على عدم ارتفاع نسبة البخار للماء والاستفادة منها أيضا كمصدر للطاقة - ومن الوجهة الأخرى ، فلها مردود سلبى من إرباك حركات النقل البحرى والبرى والجوى ، بجانب العواصف الرملية والترابية المصاحبة خاصة بالمناطق الصحراوية .

وسرعة الرياح تكون معتدلة فى الأشهر ( يناير ، فبراير ،

\* المصدر الجهاز المركزى للإحصاء ، جدول ٢ ، ص ٦ - الدوحة ، ١٩٩٣



كانت السواحل وما زالت بمثابة عامل جذب رئيسي لأغلب التجمعات العمرانية ، ليس فقط من أجل مصدر الرزق (الصيد) ولكن نظراً لشدة الحرارة بالمناطق الداخلية عنها بالمناطق الساحلية .



شكل رقم ٤ - تصنيف سواحل قطر

وتتركز أغلب التجمعات العمرانية الحضرية كمراكز حضرية كبرى على الساحل الشرقي بما فيها العاصمة ، كما تنتشر التجمعات الزراعية والريفية والبدوية (كروضات وعزب) في البر ، أي وسط شبه الجزيرة وتكثر في الشمال .

أما بالنسبة للخدمات المركزية من إدارية - دينية - تجارية - صحية - تعليمية ... خدمات عامه ، فهي متوفرة لكنها مركزة بصورة واضحة في العاصمة " الدوحة " ، خاصة الخدمات الإدارية الممثلة في الوزارات والمؤسسات الحكومية والخاصة ، كذا الخدمات الصحية كالمستشفيات وخلافه .

الأمطار التي يغلب وجودها في الشمال والوسط ويطلق عليها اسم " الروضات "

جدول رقم ٨ - سرعة الرياح - مطار الدوحة الدولي ١٩٩٠ - ١٩٩٢

سرعة الرياح : عقدة					
١٩٩٢		١٩٩١		١٩٩٠	
متوسط	قصوى	متوسط	قصوى	متوسط	قصوى
٨,٢	٢٩	٧,٤	٢٥	٨,٢	٢٩
٩,٢	٣٠	٨,٨	٣٠	٩,٢	٣١
٨,٩	٢٩	٨,٠	٢٧	٨,٩	٣١
٩,٧	٣٥	٩,٠	٣١	٩,٧	٣٤
٩,٠	٣٦	١٠,٣	٣٣	٩,٠	٣٤
١٠,١	٣٨	٩,٣	٣٥	١٠,١	٣٨
٨,٢	٤٠	٨,٠	٣٢	٨,٢	٣٥
٧,٤	٢٩	٧,٢	٢٧	٧,٤	٢٨
٦,٤	٢٢	٦,٩	٣٤	٦,٤	٣٠
٦,٨	٢٣	٧,٢	٢٤	٦,٨	٢٨
٦,٥	٢٧	٥,٥	٢٥	٦,٥	٣٥
٦,٣	٢٤	٨,٤	٢٦	٦,٣	٢٤
٨,١	٤٠	٨,٠	٣٥	٨,١	٣٨

### ٣- السواحل وتصنيفها ( شكل ٤ )

السواحل بدولة قطر كما سبق الذكر متعددة ومتنوعة ، حيث أنها تمثل حوالي ٩٠٪ من الحدود الدولية الساحلية و ١٠٪ حدود برية - هذه السواحل متعرجة مكونة أخوار ودرجات ويمكن تصنيفها حسب نوعها كالآتي :

- سواحل الكثبات والغطاءات الرملية - سواحل الجروف الساحلية .

- سواحل الشعب المرجانية (الفشوت)

- سواحل الشواطئ الرملية .

- سواحل المانجروف (نبات القرم) - تداخلات ساحلية .

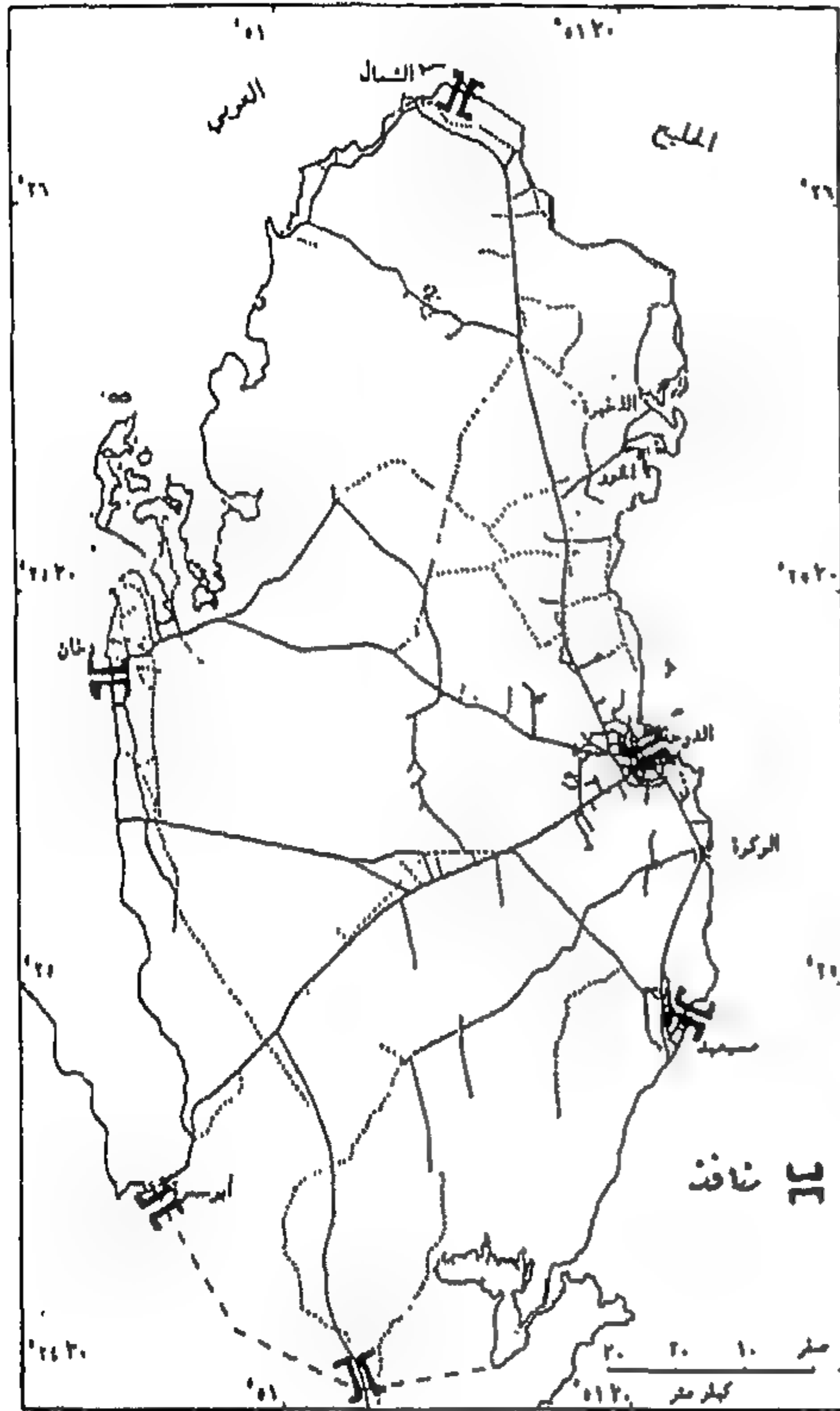
علاوة على سواحل السباح غير الصالحة للاستعمال ، لذلك أغلب السواحل يمكن استغلالها لأغراض سياحية متعددة . ( شكل ٤ )

### ٤- التجمعات العمرانية ( شكل ٥ )

ينتشر العمران في شبه جزيرة قطر على شكل عدد من التجمعات العمرانية متفاوتة الحجم والوظيفة سواء كانت مدن أو قرى وعزب ، وتختلف فيما بينها من حيث الموقع والشكل .

\* المصدر : دراسة استعمالات الأرض للحواف الشاطئية ، بحث مقبول للنشر ، د. علي الشبيب ، أ.د. اسماعيل عامر ، حولة كلية الإنسانية ، جامعة قطر ، الدوحة ١٩٩٥ .

والذى يمثل أحد عناصر الجذب السياحى نظراً لجمال طبيعة المنطقة ونقاء جوها بيئياً .



شكل رقم ٦ - دولة قطر ( الطرق )

### المشاكل والمعوقات التى تواجه قطاع السياحة

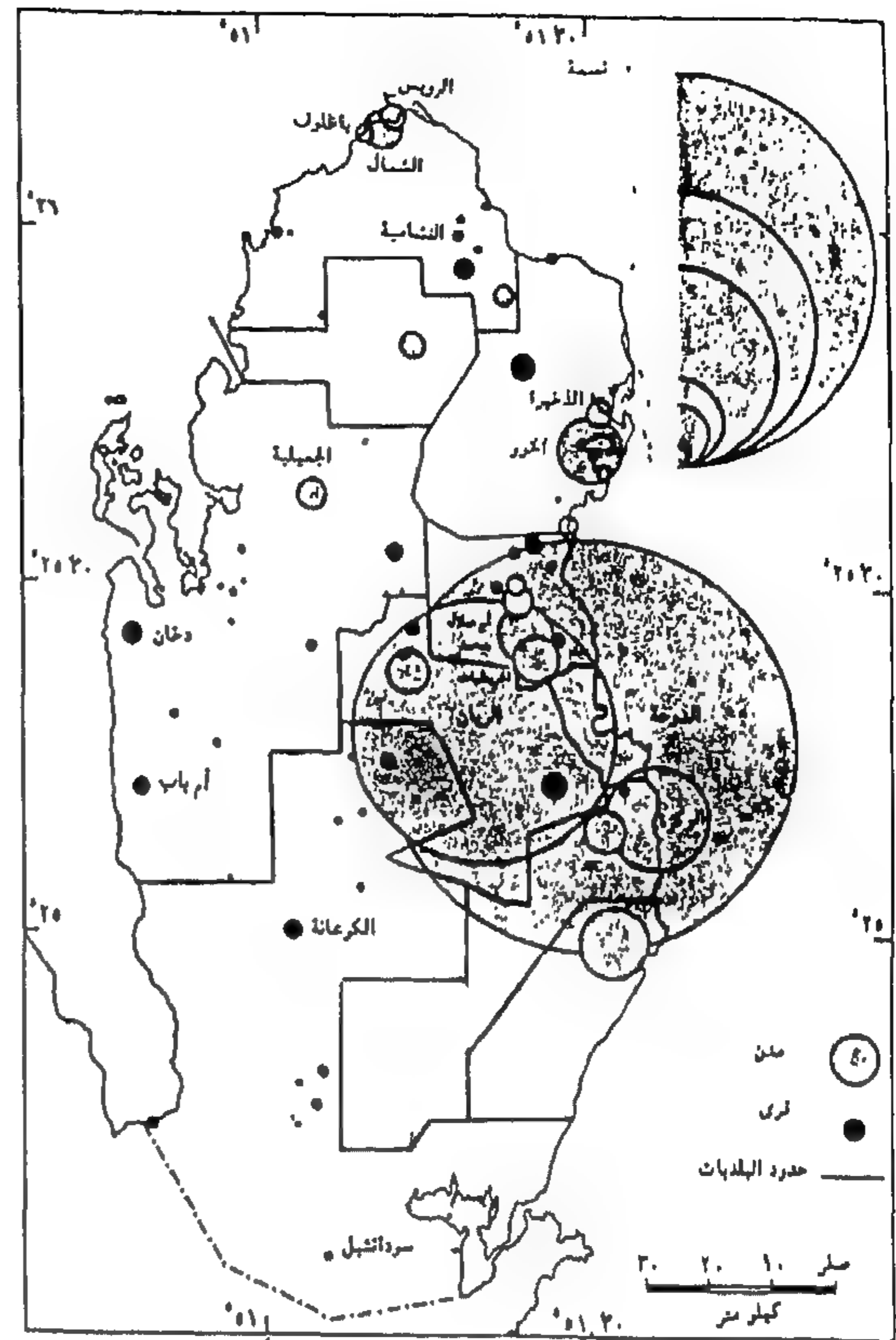
هناك بعض المشاكل والمعوقات سواء إدارية أو اجتماعية أو اقتصادية ، ومنها ما هو على مستوى منطقة الخليج العربى وأخرى على المستوى القومى والمحلى .

#### مشاكل على مستوى منطقة الخليج العربى

هناك خطط ونمو ملحوظ بالنسبة لتطور قطاع السياحة خاصة فى دول مجلس التعاون الخليجى ، مما يثير مشكلة التنافس بين تلك الدول وشبه الجزيرة القطرية داخل هذا الإطار

#### مشاكل على المستوى القومى والمحلى

إن ظهور ووجود مشاكل تعوق مسيرة التنمية السياحية هو أمر متوقع ، لكن ترك هذه المشاكل حتى تتفاقم هو الذى يعتبر



شكل رقم ٥ - اعداد السكان فى مدن وقرى قطر

### ٥- النقل والطرق والمنافذ الرئيسية ( شكل ٦ )

يتوفر عنصر النقل بكافة أنواعه على مستوى الدولة من نقل جوى وبحرى وبرى لكافة الأغراض ، سواء نقل أشخاص - بضائع - أخبار ... كذا تمثل الطرق عنصر الربط بين الأنشطة المختلفة للسكان وأماكن عملهم وتجمعاتهم ، وهناك شبكة على المستوى القومى والإقليمى تربط كافة المدن والقرى وهى تشع من العاصمة الدوحة تجاه الشمال والغرب والجنوب ، كذا لها ارتباط بالمنافذ البرية للدولة جنوباً ( منفذ أبو سمرة ومنفذ سودانثيل ) .

تتدرج هذه الطرق حسب أهميتها وكثافة المرور عليها ، وهى تبعد عن نطاق المناطق الساحلية بمسافات متفاوتة . هناك نقص فى شبكة الطرق بالجزء الجنوبى ذى الكثبان الرملية نظراً لصعوبة ربطه برياً ، على الرغم من وجود منطقة خور العديد ،



نسبة رطوبه ، وتنعدم الأمطار كما يزداد معدل سطوع الشمس ويشد لدرجة كبره ، مع احتمالات هبوب الرياح غير المستحبة والمحملة بالأتربة فى هذه الفترة ، مما يعطيها قسوة مناخية لا يتحملها غير المعتاد عليها إلا أهل المنطقة .

لذا يجب أن تكون السياحة فى هذه الفترة للسواح سواء لمواطنى الدول المجاورة ذات نفس الظروف المناخية أو لمواطنى قطر كسياحة داخلية .

١-٢ الفترة الثانية : وهى تنحصر فى أشهر ( مارس - إبريل ... سبتمبر - أكتوبر ) وهى فترات الربيع والخريف ، وهى تعتبر فترة متوسطة لدرجات الحرارة والرطوبة تقل فيها الأمطار تقريباً ويكون سطوع الشمس والرياح معتدله .

هذه الفترة تصلح لتوجيه الحركة السياحية ذات الأغراض التالية :

سياحة المؤتمرات - السياحة الرياضية - السياحة العلاجية... وبهذا يمكن استغلال هذه الفترة والتي ليس بها أى أجازات أو ارتباطات بامتحانات المراحل التعليمية ، حيث يمكن من خلالها إقامة المؤتمرات والمعارض والمباريات والسباقات والحفلات وخلافه ، وهى غالباً ما تكون سياحة لدول شرق آسيا والدول العربية وبعض الدول الأجنبية نظراً لملاءمة المناخ بعناصره المختلفة لهم .

١-٣ الفترة الثالثة : وهى تنحصر فى أشهر (يناير ، فبراير ... نوفمبر ، ديسمبر) فصل الشتاء ، وهذه الفترة تقل فيها درجة الحرارة ولكنها بالنسبة للأجانب (من دول أوربا وأمريكا) مناسبة لهم ، وهذه الأشهر بها فترات ممطرة وسطوع شمس متوسط مع الرياح وأغلبها مستحبة (اللهم إلا بعض الأوقات تشتد فيها سرعة الرياح محملة بالأتربة لكنها لا تتعدى ساعات فى اليوم) .

وهذه الفترة من الوجهة المناخية صالحة ويمكن توجيه السياحة الخارجية فيها للبلاد ، مع تشجيع السياحة الداخلية أيضاً ، خاصة فى أجازة نصف العام الدراسى ، وبذلك يكون قد تم الاستفادة من كافة فترات السنة لكافة الأغراض السياحية والجنسيات المختلفة وفتح مجالات السياحة الداخلية طوال العام .

الإعاقعة لحركة السياحة على مستوى الدولة ، ومن أهم تلك المشاكل والمعوقات :

#### أ - مشاكل إدارية وتنظيمية

. عدم وجود الجهة المسؤولة المتخصصة عن قطاع السياحة لجميع فروع وخدماته ومتابعته .  
. لا يوجد من يقوم بدراسة وتجميع كافة المعلومات والبيانات المتعلقة بالسياحة وتتبع حركة السواح ورغباتهم ومدد إقامتهم ....

. نقص الخبرة فى التسويق السياحى على المستوى الدولى .  
. المسببات المؤدية لسفر أعداد كبيرة من المواطنين خارج البلاد فى العطلات والأجازات الموسمية .

#### ب- مشاكل اجتماعية

. نقص فى الكفاءات العاملة فى القطاع السياحى بكافة خدماته .

#### ج- مشاكل اقتصادية

. تركيز الاستثمار على الفنادق والمشاريع الكبرى ، خاصة بالعاصمة .

وكلها معوقات قابلة للإزالة بطريقة علمية سليمة تفادياً لظهور أى مشاكل تعوق مسيرة الحركة .

#### الجزء الثالث

### تحليل للمقومات الطبيعية والعمرانية ومدى تأثيرها على السياحة

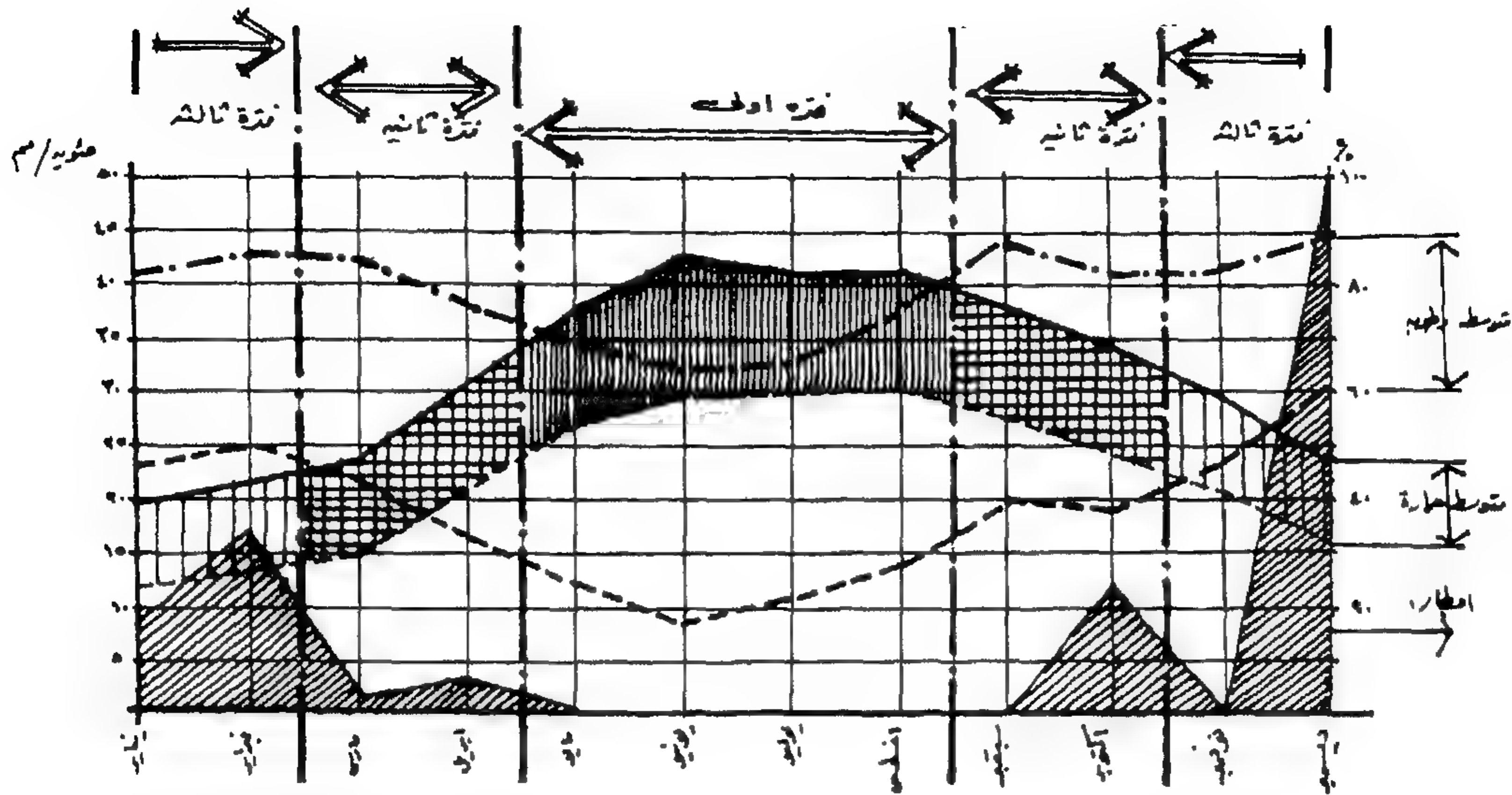
هذا الجزء عبارة عن تحليل لكافة المقومات الطبيعية والعمرانية\* ، ودراسة لمدى تأثير كل منها على السياحة ، وتجميع كافة الاستنتاجات للخروج بنتيجة موحدة تصلح لأن تكون مؤشراً لسياسة التخطيط السياحى من الوجهة الطبيعية .

#### ١ - المناخ وتأثيره على السياحة ( شكل ٧ )

من جداول العناصر المناخية يمكن تصنيف أشهر السنة إلى ثلاث فترات :

١-١ الفترة الأولى : وهى تنحصر فى أشهر ( مايو - يونيو - يوليو - أغسطس ) فصل الصيف ، وهى أشهر ترتفع فيها درجات الحرارة للحد الأقصى تصل أحياناً أكثر من ٤٨° مع

\* Douglas Pearce, Tourism Today, New York, 1991.



شكل رقم ٧ - متوسط درجات الحرارة الشهرية والرطوبة النسبية والأمطار

## ٢- شكل السطح وتأثيره على السياحة (شكل ٢)

ينقسم شكل السطح لشبه جزيرة قطر إلى ثلاث مناطق :

٢-١ : مناطق منبسطة وسواحل : وهي تعطى سهولة لإقامة المشاريع السياحية وربطها بال عمران الحالى سواء على الساحل أو فى البر .

٢-٢ : مناطق ذات هضاب على الساحل الغربى : وهي يمكن استغلالها سياحيا حيث أنها قريبة جداً من الساحل بحوالى من ٣ - ٢ كم ، وتعطى منظراً جمالياً خاصاً حيث أن أغلب الطبيعة فى قطر مسطحة . هذا علاوة على أنها تستقبل الرياح المستحبة الشماليه ، أى ذات جو لطيف نسبياً ، ويمكن استغلالها للسياحة الترفيهية لقربها من السواحل والسياحة العلاجية لارتفاعها ونقاء و لطف جوها .

٢-٣ : مناطق الكثبان الرملية : وهي مناطق ومسطحات شاسعة وبها إمكانيات سياحية من النواحي التالية :

٢-٣-١ : سياحة رياضية : حيث يمكن إقامة المسابقات (سباق السيارات) والرياضات المستحدثة كرياضة التزلج على الرمال .

٢-٣-٢ : سياحة علاجية : ويمكن استخدام الرمال فى الاستشفاء من بعض الأمراض المزمنة ، وذلك بالدفن فى الرمال عن طريق مصحات متخصصة .

٢-٣-٣ : سياحة ترفيهية : وذلك لأن الرمال والكثبان الرملية تمثل ظهيرا جمالياً للسواحل من زرقة البحر وخلفها رمال ناعمة (مناظر خلابة) .

## ٣- السواحل وتأثيرها على السياحة

تنوع سواحل شبه جزيرة قطر أعطى الغالبية العظمى منها صلاحية الاستعمال سواء للسياحة أو إقامة التكتلات الحضرية وبعض الأحيان للصناعة المرتبطة بالسواحل - من خلال ذلك يمكن استنباط الاستعمالات الساحلية على المستوى القومى .

٣-١ : السواحل الرملية : يمكن أن تستخدم للأغراض السياحية من : إقامة قرى ومنتجعات كسياحة ترفيهية علاوة على إمكانية استخدامها للسياحة الرياضية كسباقات للمراكب الشراعية والسباحة .

٣-٢ : سواحل المانجروف (نباتات القرم) : هذه السواحل غير أنها صالحة لإقامة منتجعات ترفيهية وسط المياه



والسواحل الصالحة للاستعمال السياحي والترفيهى .

وهناك نقطة هامة حيث أن المناطق الحضرية لمنطقة الخليج العربى والذى يختلف فى عاداته وتقاليده وعمارته كذا شعائره وطرق معيشته ، لذلك من الممكن أن تمثل هذه الأنشطة مغريات سياحية متصلة بالنشاط البشرى المعاصر ويمكن تقسيمها إلى : أنشطة قديمة وأنشطة عصرية (راجع أنماط المغريات وعوامل الجذب السياحي بالجزء الأول) .

ومن أمثلتها فولكلور - صناعات يدوية - ملابس - طعام (ذات مضمون شكلى) .

كذا مصانع - جامعات - معارض فنية - مراكز انتاج (ذات مضمون موضوعى) .

ومن خلال المناطق المختلفة يمكن إعطاء كل تجمع الطابع الخاص به ، وينفرد بذلك كى يصبح مزارا خاصا من الوجهة السياحية .

أما بالنسبة للمناطق الداخلية لشبه جزيرة قطر (البر) فالتجمعات أغلبها ذات صبغة تختلف عن التجمعات الساحلية ، فهناك تجمعات زراعية ، والبعض الآخر يختلف من الناحية المعيشية والنمط السكنى والعادات والتقاليد ، فهي تميل للصبغة البدوية أكثر ، ومن هذه النقطة يمكن العمل على اختيار بعض المواقع التى تصلح لإقامة منتجعات وقرى سياحية من الناحية الثقافية والعلمية ، وذلك لدراسة النواحي الاجتماعية والعمرانية من عادات وتقاليد ونمط معيشى وطابع معمارى ، كذا دراسة للبيئة البرية بثرواتها النباتية والحيوانية وخلافه ، فهي من الممكن أن تكون بؤر كمراكز سياحية ذات صبغة خاصة - هذا علاوة على إحياء قرى الصيادين وطرق الصيد للأسماك واستخراج اللؤلؤ والتى كانت تعتبر مصدر الرزق الرئيسى بالمنطقة .

##### ٥ - النقل والطرق وتأثيره على السياحة

النقل هو أحد العناصر المهمة للنشاط السياحي ، حيث أن أهميته تظهر فى استيراد وتحريك السواح للمراكز السياحية بالدولة كسياحة خارجية وداخلية . فربط منافذ الدولة سواء جويًا أو بحريًا أو بريًا بالمناطق الساحلية والعمرانية يعطى

والخضرة ، لكن من الممكن استخدام هذه النباتات فى إعداد تجمعات سياحية من الوجهة الثقافية والعلمية ، وذلك لدراسة البيئة النباتية والحيوانية والبحرية المتواجدة بجانب هذه النباتات ذات الصفات الخاصة .

٣-٣ سواحل بها آثار تاريخية : مثل الساحل الشمالى الغربى حيث كان العمران متوطنا فى تلك المناطق ونتيجة للتجمعات والحروب البحرية تحول وتحرك تجاه السواحل الشرقية تاركاً آثار قلاع وحصون وأبراج فى تلك المناطق تحكى تاريخ هذه الفترة ، والتى يمكن أن تكون محط أنظار المهتمين بسياحة الآثار التاريخية كمزار سياحي .

٣-٤ سواحل مستخدمة للأغراض الصناعية والموانى : وهى أيضا من الممكن استخدامها فى السياحة العلمية للوقوف على مدى التطور بالبلاد ، وخاصة مثل المشروع الضخم لاستخراج وتسييل الغاز الطبيعى بمنطقة رأس لفان ، وهو مشروع جديد لأضخم مخزون للغاز الطبيعى فى العالم . وتشهد هذه المنطقة تطورا ونمواً صناعياً وعمرانياً تستخدم فيه أحدث التقنيات ووسائل التصنيع ، ويمكن من الوجهة السياحية استغلال هذه المناطق كمزار سياحي للسياحة العلمية وسياحة المؤتمرات ومناطق تطور صناعى عالمى .

##### ٤ - التجمعات العمرانية وتأثيرها على السياحة

تتدرج التجمعات العمرانية وتنقسم إلى :

أ - مدن

ب - قرى وعزب وروضات .

المدن تشمل الجانب الحضري ، وهى تبدأ بالعاصمة (الدوحة) ذات المركزية لكافة الخدمات وخاصة الفنادق والمراكز التجارية الكبرى فى الدوحة ، بها حوالى ١٠ فنادق منهم ٤ فنادق خمس نجوم ، كذا مطار الدوحة الدولى كمنفذ جوى وميناء الدوحة كمنفذ بحرى وبعض النوادى الرياضية والاجتماعية ، علاوة على المزارات الأخرى من متاحف ومناطق خضراء وحدائق وملاهى ، والعنصر الرئيسى الذى يميز العاصمة هو الكورنيش والذى تنفرد به العاصمة بين دول المنطقة ... أما باقى التجمعات الحضرية الأخرى فمنها ما به مزارات سياحية مثل المتاحف وبعض الآثار التاريخية

التي أدت لظهورها ووصولها لهذا الحد ، والعمل على وضع الحلول لإزالة كافة المعوقات والمشاكل ، كي تتمكن خطط التنمية من تحقيق الهدف الموضوع لها في المدة المحددة ، حتى لا تكون المشاكل والمعوقات عامل استنزاف أحد مصادر الدخل القومي من السياحة. ومن أهم تلك المشاكل والمعوقات:

#### ١ - المشاكل الإدارية والتنظيمية

١-١ تخصيص جهة مسئولة عن القطاع السياحي ممثل فيها كافة الوزارات والهيئات المرتبط عملها بهذا القطاع ، حتى يمكن رسم الخطط طبقاً لسياسة ثابتة نابعة من سياسة وخطط الدولة .

٢-١ تكليف جهة أو أكثر مسئولة عن دراسة وتجميع وتحليل كافة المعلومات والبيانات المتعلقة بالسياحة من حركات - رغبات - مدد إقامه ، مع توزيعها على مواسم وفترات السنة . كذا التعرف على الأسباب المؤدية لسفر أعداد كبيرة من المواطنين خارج البلاد سواء في أجازة نصف العام الدراسي أو الأجازة الصيفيه ، وما هي المغريات السياحية التي أدت لزيادة معدلات السفر ، محاولة لتحويل تلك الحركات السياحية داخلياً كسياحة داخلية ، مع الاستفادة من الإنفاق خارج البلاد على مشاريع التنمية السياحية محلياً ، حيث بلغ إجمالي تحويلات المواطنين خارج البلاد ١٩٩٠ نتيجة الطلب على الخدمات ما يقرب من بليون ريال قطري في العام .

٣-١ تكليف جهات سواء شركات أو مؤسسات متخصصة في التسويق السياحي والتي من الممكن أن تعمل خلال السفارات والقنصليات كمكاتب إعلام في كافة الدول لجذب السواح ونشر الوعي السياحي بتلك الدول عن المغريات السياحية بقطر ، وبذلك يمكن الاستناد على هذا التسويق في دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع ، والتي من الممكن إسناد إدارة هذه المشاريع لشركات أجنبية متخصصة لمدد محدودة والتي تعمل على جذب السواح وتسويق المشروع نظير نسبة من الأرباح يتفق عليها .

سهولة وسرعة حركة للسائح والتنقل يتمثل في :

- وسائل نقل برية اتوبيسات / ميكروباص / سيارات خاصة
- وسائل نقل بحري مراكب / لانشات / سفن وعبارات .
- وسائل نقل جوي طائرات (وهناك شركتان : الطيران القطري وشركة طيران الخليج) .

أما الطرق فهي شبكة تتدرج طبقاً لأهميتها لربط كافة التجمعات والمراكز والمناطق السياحية ببعضها ، ونظراً لصغر مساحة دولة قطر فمن الممكن إنشاء مهابط للطائرات المروحية كي تعطى سرعة وسهولة حركة أكثر داخلياً وتستخدم كأتوبيس جوي للمناطق البعيدة والجزر التي تصلح كمزار سياحي .

هذا علاوة على أن أغلب الخدمات متمركزة بالدوحة العاصمة مثل الفنادق وخلافه ، ولكن موقعها المتوسط بالنسبة لشبه جزيرة قطر والتي يمكن الوصول من العاصمة للحدود الشمالية أو الجنوبية في ساعات معدودة بالنقل البري وأقل من ذلك بالنقل الجوي ، حيث لا تتعدى المسافة من (٨٠ - ٩٠ كم) ، وهذا لا يعنى عدم إقامة فنادق صغيرة أو موتيلات سياحية بالمناطق الأخرى .

#### كيفية التغلب على المشاكل والمعوقات التي تواجه القطاع السياحي في دولة قطر

المشاكل والمعوقات التي تواجه قطاع السياحة بالدراسة والتحليل يمكن العمل على التغلب عليها حتى لا تعوق مسيرة تطور وتنمية هذا القطاع :

#### أ - مشاكل على مستوى منطقة دول مجلس التعاون الخليجي

لتحقيق مكاسب ونجاح للخطط السياحية المحلية يجب إعداد دراسة مستفيضة لما يقدم للسائح في الدول المجاورة ومحاولة عدم تكرار هذه التجارب والتميز بأنشطة ومراكز وقرى سياحية تختلف في تقديمها للخدمة السياحية عن الدول الأخرى أي التميز السياحي الخاص بقطر .

#### ب - مشاكل على المستوى المحلي

يجب العمل على دراسة المشاكل لتحديد أسبابها

\* دراسة قطاع السياحة في دولة قطر ( بحث ) ، المجلس الأعلى للتخطيط ، الدوحة ،



## ٢ - مشاكل إجتماعيه

هناك نقص شديد فى الكفاءات التى تعمل فى هذا القطاع السياحى ، ويتم الاعتماد على الكفاءات الأجنبية ، حيث لا توجد معاهد فنية أو مهنية متخصصة لتخريج تلك الكفاءات بالأعداد المطلوبة متمشية وخطط التنمية السياحيه ، وبذلك يمكن سد هذا النقص وفتح مجال لفرص العمل بهذا القطاع .

## ٣ - مشاكل اقتصاديه

تبتلع العاصمة نصيب الأسد من الاستثمارات عامه ، وفى قطاع السياحة خاصه . ومن الممكن من خلال خطط السياحة توزيع هذه الاستثمارات إما عن طريق شركات خاصة أو عن طريق البنوك المعتمده بالدوله . وكما سبق الذكر إذا ما حددت ودرست تلك المشاكل أمكن التغلب عليها وحلها لدفع عجلة التقدم فى المجال السياحى ، كذا تنويع مصادر الدخل القومى للبلاد .

## الجزء الرابع

## الخلاصة والتوصيات

## الخلاصة

بعد عرض للسياحة من تعريفها وأهدافها وأنماطها وأشكالها عامه ، مدى أهمية هذا القطاع الحيوى بالنسبة لدولة قطر ، كذا من الناحية الاقتصادية كتوزيع لمصادر الدخل وما لهذا القطاع من أهمية أخرى ، وهى إبراز وتثبيت دولة قطر أكثر على الخريطة السياحيه بالنسبة لدول العالم شرقا وغربا .

وهذا لا يتأتى إلا بحصر كافة المعلومات والمقومات والإمكانات الحاليه بدولة قطر والتي تخدم قطاع السياحه ، مع تحديد للمشاكل والمعوقات الحالية للخطط السياحيه .

ثم بعد ذلك تأتى مرحلة التحليل لكافة المعلومات وربطها ببعض من الوجهة السياحيه بهدف الوصول لنتائج أو مؤشرات يمكن من خلالها وضع الخطط المستقبلية للسياحة فى قطر وعلاقتها بدول منطقة الخليج العربى وباقى دول العالم .

## كيفية إعداد برنامج سياحى

لإعداد برامج سياحية كما وضحت الدراسة والتحليل ،

يجب التعرف على المقومات الطبيعية من مناخ - شكل سطح - السواحل وتصنيفها - والمقومات العمرانية كالتجمعات ومواقعها ، النقل والطرق وكيفية توظيف تلك المقومات وعلاقتها بالسياحة ونوعياتها المختلفه ، وفتراتها الزمنية المطلوبة طبقا لنوعية ورغبات السواح القادمين من دول أخرى أو السياحة الداخلية سواء .

وأهم ما يتطلبه البرنامج السياحى هو أن يرى السائح أكبر قدر من المغريات السياحيه فى دورة منظمة متتالية الخطوات من مكان لآخر ، مع دراسة مستفيضة لحركته داخل الدوله ، حتى لا تكون حركة عشوائية من الشمال للجنوب ثم الشمال مرة أخرى . وعلاقه ذلك كله بمنافذ الدوله (المنافذ الرئيسية) .

وعليه ، يمكن رسم خريطة للمعالم والمزارات السياحيه وأهم المناطق ، مع بيان نوعية كل منها حتى يمكن للمؤسسات والشركات المتخصصة ، سواء شركات سياحية أو طيران وخدمات فندقية وخلافه ، رسم خطوط الحركة مع تقديم كافة التسهيلات طبقا للاتجاهات المطلوبه ، ليس هذا فقط بل يجب العمل على تنويع الرحلات من حيث مدد الإقامة :

رحلات سريعه : يمكن من خلالها المرور على أهم المعالم التى تعطى وتبرز الجانب السياحى بالدوله .

رحلات عاديه: وهى رحلات تتم فيها الزيارات المتتاليه للأماكن المطلوب زيارتها مع الإقامة فى بعض منها مدد محدوده.

رحلات طويله : وهى الرحلات التى تتطلب فيها دراسات وتعمق ، وهذا يكون من خلال إقامة لمدة طويلة فى أحد المراكز السياحيه (سياحة ثقافية وعملية) .

لذلك يتطلب العمل السياحى الآتى :

١ - تحديد خطط للمشاريع السياحيه المستقبلية على المدى القصير والبعيد .

٢- رسم خريطة للمعالم والمزارات السياحيه طبقا لنوعياتها المتعدده .

٣- رسم خطط لحركة السواح مع تحديد :

٣-١ المنفذ القادم منه السائح .

الاجراءات والوقت وسهولة الحركة ، خاصة أيام العطلات والأجازات الرسمية .

### ٣- من الوجهة القومية

٣-١ العمل على إنشاء أو تحديد جهة مسئولة عن القطاع السياحي ممثل بها كافة الوزارات والمؤسسات والجهات المعنية بهذا القطاع ، مع إعطائها الصلاحية فى سرعة البت فى الأمور ، وأن تكون قراراتها متمشية ونابعة من سياسة الدولة وخططها المستقبلية .

٣-٢ إنشاء جهة أو أكثر مجهزة بأحدث الوسائل التكنولوجية بحيث تكون مسئولة عن دراسة ومسح كافة البيانات والمعلومات وتحليلها ، خاصة المتعلقة بالقطاع السياحي والسواح من : جنسيات - رغبات - أعمار - مدد إقامة - مستوى إنفاق ....

٣-٣ العمل على رسم ووضع سياسة للترغيب بالنسبة للاستثمار السياحي على مستوى الدولة عن طريق البنوك والشركات ، طبقا للخطط المقترحة وعدم التركيز على الاستثمارات بالعاصمة فقط (ككتيبات وملصقات وإعلانات سياحية ....).

٣-٤ إنشاء معاهد فنية ومهنية متخصصة للعمل على إمداد قطاع السياحة بالكفاءات المطلوبة وعدم الاعتماد على الكفاءات الوافده .

٣-٥ محاولة إبراز دور التسويق السياحي بالنسبة للسياحة الداخلية - وذلك لتحويل حركة المواطنين لخارج البلاد إلى داخلها ، مع الاستفادة من التحويلات التى تتم لإنشاء وتطوير وتنمية المشاريع السياحية.

### ٤ - من الوجهة الإقليمية والمحلية

٤-١ محاولة الاستفادة من مواقع المناطق والبلديات المختلفة بشبة جزيرة قطر من النواحي الطبيعية والجغرافية .

٤-٢ تصنيف أشهر السنة إلى فترات ومواسم طبقا للعوامل المناخية السائدة لتحديد واستقبال نوعية السواح التى تتلائم وتناسب والظروف المناخية ، والتعرف على نوعية

٣-٢ نوعية السائح واهتماماته .

٣-٣ مدة الإقامة المطلوبة (زمن الرحلة).

٣-٤ وسيلة النقل .

٣-٥ المستوى الاقتصادى ومستوى الإنفاق المطلوب لتحديد نوعية الخدمات الواجب تقديمها .

### التوصيات

تتركز التوصيات على القطاع السياحي من عدة أوجه :

#### ١- من الوجهة الدولية

وهدفها العمل على إبراز دور دولة قطر على الخريطة السياحية الدولية ، ويتأتى من :

١-١ توعية الوعى السياحي والإعلامى للدول عن طريق مؤسسات وشركات تعمل من خلال السفارات والقنصليات المعتمدة بالبلاد الأخرى ( تسويق سياحي ) .

١-٢ سهولة حركة التنقل ورسم سياسة للترغيب فى كيفية جذب السواح لزيارة قطر .

١-٣ تقدم التسهيلات العديدة والتخفيضات بالنسبة لمطار وميناء الدوحة الدولى ، للمنافسة بين مطارات موانئ المنطقة لجذب الحركة الجوية والبحرية ، كذا عمليات الشحن وأكبر قدر من النقل سواء للأشخاص أو البضائع ، والعمل على تطويرها إلى أن تصبح محطات أساسية لكافة الحركات الجوية والبحرية بالمنطقة .

#### ٢- من الوجهة الخاصة بمنطقة الخليج العربى

٢-١ العمل على التكامل بين دول المنطقة فى القطاع السياحي، مع التركيز على عنصر المنافسة فى نفس الوقت وإبراز كل ما هو جديد ومميز للدولة وغير متواجد بخطط الدول المجاورة.

٢-٢ محاولة تطوير وسائل الربط عن طريق النقل سواء كان برى - بحريا - جوى بين دول مجلس التعاون الخليجى لسهولة ورخص الربط (مثل العبارات ) .

٢-٣ العمل على تجديد وتطوير منافذ الدولة الرئيسيه ، خاصة البرية تمشيا مع خطط السياحة المستقبلية ، لاختصار



المروحية كى تعطى مرونة وحرية حركة وسرعة تنتقل على المستوى القومى ، نظرا لتمرکز الخدمات الأساسية بالعاصمة، خاصة لهذه المرحلة بهدف ربط وسرعة الوصول إلى المناطق التى يصعب ربطها بشبكة للطرق البرية مثل :

- الجزر المختلفة .
- منطقة خور العديد والكثبان الرملية .

٤-٧ استكمال الدراسات الخاصة بقطاع السياحة من المقومات الاجتماعية والاقتصادية المكملة للمقومات الطبيعية .

- الرسم التوضيحي التالي محاولة واقتراح لرسم مسار العلاقات المختلفة والربط بين الجهات المسؤولة والمعنية بقطاع السياحة على المستوى القومي للبلاد . شكل ( ٨ )

٤-٤ : إظهار وإبراز المعالم والمزارات السياحية الرئيسية  
للتجمعات الحضرية ، مع تطوير خدماتها المقدمة للسائح .

٤-٤-١ إبراز الطابع المعماري المميز للدولة والنابع من البيئة والعادات والتقاليد وطرق المعيشة ، كذا محاولة إحياء التراث الشعبي لكافة الأنشطة من معارض - فنون ... .

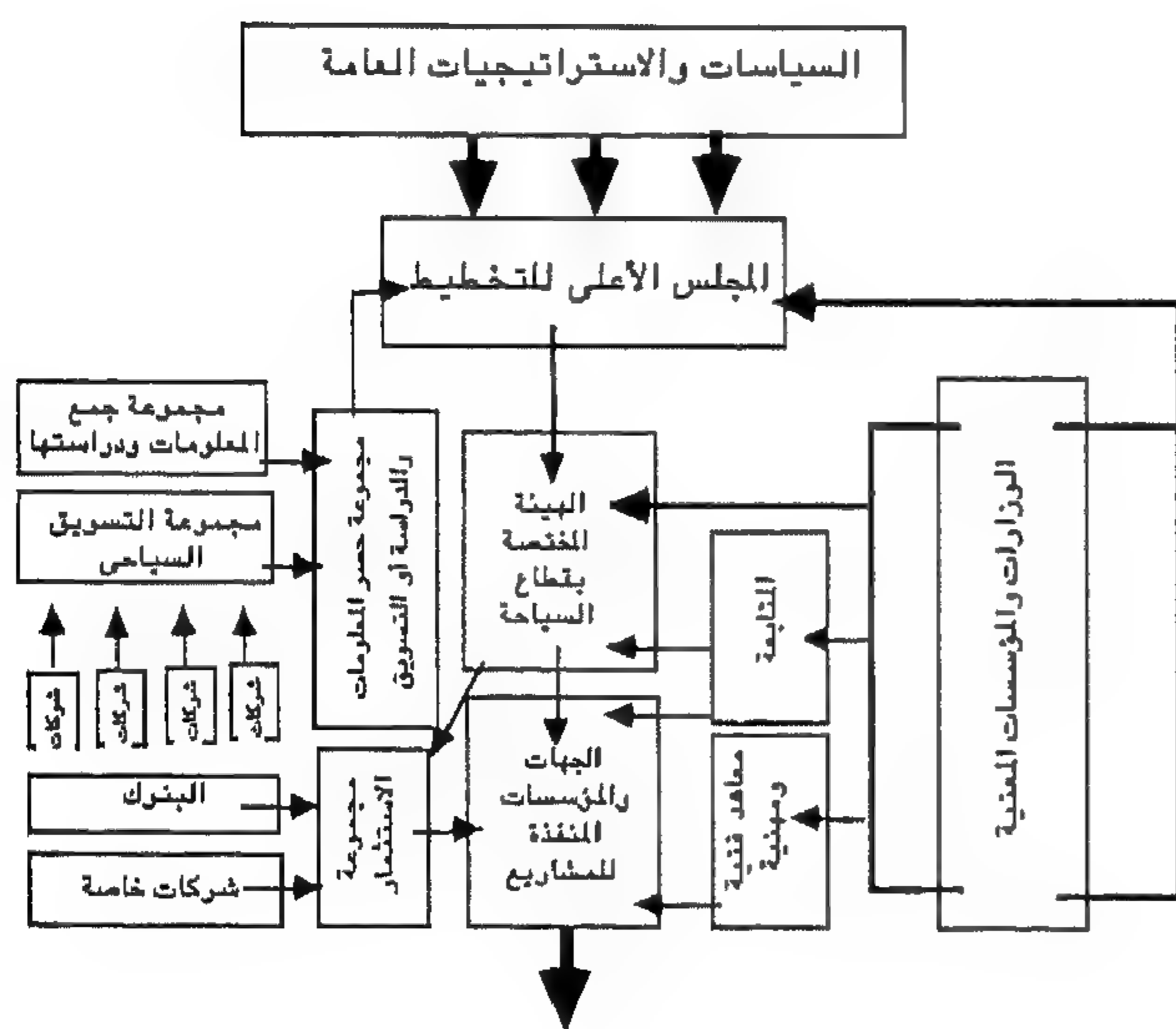
٤-٤-٢ إنشاء العديد من المشاريع السياحية (قرى ومنتجعات سياحية ) فى الأماكن المناسبة وطبقا للغرض المقامة له وبالحجم المطلوب .

٤-٣-٣ إبراز دور هذه التجمعات مع إقامة مشاريع سياحية للتعرف على النواحي الاجتماعية والثقافية للمجتمع القطري الممثل في تلك التجمعات .

٤-٤-٤؛ إحياء التراث بتطوير قرى الصيادين للحفاظ والتعرف على النمط المعيشي الذي ساد في الماضي ومدى ارتباطه بمصدر الرزق وهو البحر (صيد الأسماك واستخراج اللؤلؤ).

٤-٥-٤ العمل على إعطاء الإمكانيات والتسهيلات للدراسة الخاصة بالبيئة سواء العمرانية (طابع معماري وتخطيط...) ، أو بالثروات النباتية والحيوانية الصحراوية .

٤-٥ محاولة تطوير واستخدام أحدث وسائل النقل سواء برية - بحرية - جوية ، مع التركيز على إنشاء مهابط للطائرات



شكل رقم ٨ - المشاريع السياحية المتعددة

## المراجع العربية والأجنبية

### المراجع العربية

- أحمد خالد علام ، تخطيط المدن ، القاهرة ، ١٩٨٠ .
- المجلس الأعلى للتخطيط ، دراسة قطاع السياحة في دولة قطر ، الدوحة ، ١٩٩٠ .
- المجموعة الإحصائية السنوية ، الجهاز المركزي للإحصاء ، الدوحة ، ١٩٩٣ .
- على الشيب - اسماعيل عامر : دراسة استعمالات الأراضي للحواف الشاطئية ، بحث مقبول للنشر ، حولية كلية الانسانيات - جامعة قطر ، الدوحة ١٩٩٥ .
- محمد خميس الزوكه ، التخطيط الإقليمي وأبعاده الجغرافيه ، القاهرة ، ١٩٩٠ .
- محمد عبد الحميد الحمادي ، السياحة في منطقة البحر المتوسط (بحث) ، الكتاب الجغرافي السنوي ، العدد الثالث، الرياض ، ١٩٨٧ .
- محمد متولى - محمود أبو العلا ، جغرافية الخليج ، الكويت ، ١٩٨٢ .
- محمود كامل ، السياحة الحديثة علما وتطبيقا ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٥ .
- نظام عبد الكريم ، على الشيب ، بسام النصر ، جغرافية العالم الإسلامى ومستقبله ، الدوحة ، ١٩٩٥ .

### المراجع الأجنبية

- Alistair Mathieson G.Wall , Tourism (Economic , Physical andd Social Impact ) U.S.A. , 1990 .
- Ali al Sheeb , "Coastal Geomrphology of the Coast of Qatar Peninsula, U.K. 1988 .
- Douglas Pearce, " Tourism Development " Newyork , 1985 .
- Douglas Pearce, " Tourism Today Newyork, 1987 .
- Stephen L.J. Smith, " Tourism Analysis , "Newyork , 1991 .



## التجمعات العمرانية فى إطار تقييم السياسة القومية للتنمية الحضرية

د. مصطفى محمد الدينارى

### مقدمه

غطت دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية الأراضى والمناطق المصريه ، وانتهت إلى وضع توصيات بشأن انتهاج سياسات عمرانية واقتصادية واجتماعية وإرساء أسس توجيه وإدارة النمو الحضرى فى مصر ، بهدف الوصول إلى استراتيجيه للتنمية العمرانية تتكامل فيها السياسات القطاعية السكانية والمكانية لتحقيق أهداف الدوله .

وبناقش البحث العناصر المكانية للاستراتيجية المقترحة وتقييمها بعد مرور أكثر من ١٠ أعوام من إجراء الدراسة القومية للتنمية الحضرية ، كما يناقش الاتجاهات والمخططات العمرانية المعده ، بالإضافة إلى الوضع الراهن والمتغيرات الحادثة الخاصة بالمستوطنات والأقاليم وتأثيراتها على المستوى الإقليمى والقومى .

### الأبعاد الأساسية لاستراتيجية السياسة القومية للتنمية الحضرية

أجريت الدراسة خلال الفترة ٨٠-١٩٨٢ م بناء على تكليف من اللجنة الاستشارية للتعمير بوزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى .

وتمثلت الموضوعات الرئيسية التى قامت الدراسة على بحثها فى تحديد أنماط التحضر والاستيطان وأنواع الأنشطة والبرامج لتلبية احتياجات السكان ، وشملت تقدير الاستثمار العام اللازم لعملية التنمية الحضرية فى ضوء الموارد المالية المتاحة ، وتحديد الإمكانيات والموارد العامة المؤدية إلى تشجيع الاستثمارات الخاصة ، بالإضافة إلى وضع وتحديد إطار للعمل تسترشد به الأجهزة المسؤولة لتحقيق التنمية الحضرية ، وتحديد أنواع النشاط الاقتصادى الخاص الذى يتعين تشجيعها .

وقد عمدت الاستراتيجية المفضلة إلى تحقيق أهداف أهمها تحقيق معدل مرتفع للنمو الاقتصادى ، وتحسين مستويات معيشة السكان وتشجيع الاتجاه نحو تقليل تركيز أوجه النشاط فى القاهرة ، وحماية الأراضى الزراعية من الزحف العمرانى المتزايد ، وذلك فى حدود تقديرات الموارد المتاحة والإطار

الزمنى للدراسة (المحدد بنهاية القرن الحالى ) ، والحجم المتوقع لسكان الحضر والبالغ ٣٧ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ .

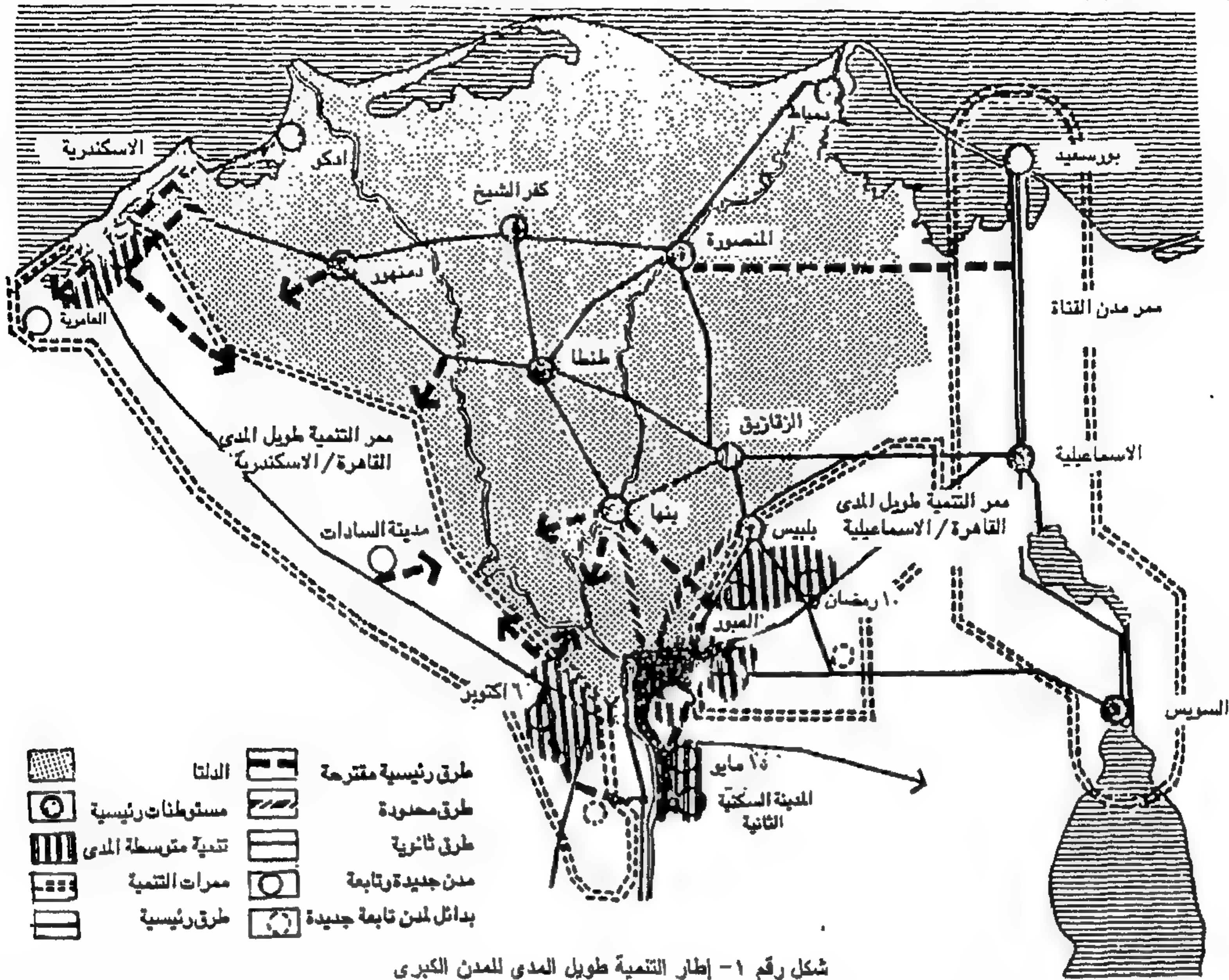
وتتلخص الأبعاد الأساسية للاستراتيجية المفضلة للتنمية الحضرية فيما يلى :

- استغلال المميزات الاقتصادية لإقليمى القاهرة والإسكندرية فى استيعاب الزيادة المتوقعة فى سكان الحضر حتى عام ٢٠٠٠ .

- دعم إمكانيات النمو فى منطقة قناة السويس والتركيز على مدينة السويس ، مما يؤدي إلى إيجاد منافس حضرى قوى لمدينتى القاهرة والإسكندرية .

- إدارة وتنظيم النمو التلقائى المتوقع فى مدن الدلتا ، بهدف الحد من الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية وخلق مزيد من فرص العمل ، مع التركيز على مدينتى طنطا والمنصورة . شكل رقم (١) .

- رفع النمو فى عدد محدود من مدن الوجه القبلى ، بهدف



شكل رقم ١ - إطار التنمية طويل المدى للمدن الكبرى

يمكن السيطرة عليه باقتراح طريق دائري يحيط بها يضع حدا للتوسع العمراني .

تنمية القاعدة الاقتصادية مع الاهتمام بمدينة أسيوط ، ونجع حمادى ، ومدينة أسوان .

وقد قدر أن يصل عدد سكان الإقليم عام ١٩٩٠ م إلى حوالى ١٥ مليون نسمة ، كما قدر استيعاب الكتلة العمرانية الرئيسية بحوالى ٩,٥ مليون نسمة ، والتجمعات العمرانية المحيطة بحوالى ١,٢ مليون نسمة ليبقى بعد ذلك الزيادة المتوقعة فى الإقليم وقدرت بحوالى ٤,٣ مليون نسمة ، واقترح المخطط العام استكمال تعمير منطقة حلوان لتتمكن من استيعاب حوالى ثلاثة أرباع مليون نسمة ، وإنشاء أربع مدن جديدة مستقلة غرب وشرق الإقليم ، لكل منها قاعدتها الاقتصادية ، إلا أن هذا المخطط لم يعتمد وسارت الأمور على ما هى عليه حتى جاءت حرب أكتوبر فاختلفت الموازين .

- مواجهة مشكلات الاستيطان فى المناطق النائية ، وإنشاء الأجهزة التنفيذية اللازمة للعمل على جذب السكان .

- وضع برامج للحفاظ على البنية الأساسية والخدمات بالمواقع الحضرية الأخرى .

- زيادة الاهتمام بقطاع الصناعة فى مجال التخطيط الاقتصادى، وتشجيع الاستثمارات الخاصة وتوفير الأرصد العامة اللازمة لدعم الصناعات الصغيرة .

العناصر المكانية لاستراتيجية السياسة القومية للتنمية الحضرية

#### ١ - القاهرة الكبرى

فى الفترة ٦٥-١٩٧٠ أعد التخطيط الابتدائى العام للقاهرة الكبرى واحتوى فى مضمونه على :

- إقامة مدن جديدة على المستوى الإقليمى ، تتمتع بالاكتمال الذاتى تعمل على خلق أقطاب جذب للنمو والتخفيف عن الكتلة العمرانية للقاهرة .

- احتواء الكتلة الحضرية الحالية للقاهرة الكبرى فى حجم

ونظرا للتغيرات الاقتصادية والاجتماعية التى حدثت عام ١٩٧٤ م خاصة التغيرات الجذرية فى أنماط الاستثمار ، قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى عام ١٩٨٢ بإعداد تخطيط بعيد المدى للتنمية الحضرية لإقليم القاهرة الكبرى .

وقد ركزت السياسة القومية فى استراتيجية التنمية العمرانية الشاملة المقترحة لمنطقة القاهرة على خلخلة الكثافة فى المنطقة المركزية لخفض معدلات نمو السكان بقلب



- إنشاء وتنمية عشرة تجمعات عمرانية جديدة (مستوطنات) بالأراضي الصحراوية خارج الطريق الدائري للقاهرة الكبرى ، ويتراوح الحجم المستهدف لكل منها ما بين ٢٠٠-٢٥٠ ألف نسمة . شكل رقم (٢) .

- تقسيم الكتلة العمرانية الرئيسية للإقليم إلى قطاعات متجانسة بهدف السيطرة على التنمية داخلها والارتقاء بالنسيج العمراني الحالي ، وكطريق لإعادة هيكلة التجمع الحالي وإدماجه مع التجمعات الواقعة على أطرافه .

وطبقا لدراسات المخطط ، قدرت الزيادة السكانية المتوقعة بحوالى ٧,٤ مليون نسمة يجب استيعابهم خلال الفترة حتى عام ٢٠٠٠ ، انتهت إلى حساب القدرة الاستيعابية للكتلة العمرانية داخل الطريق الدائري على أساس كثافة سكانية إجمالية ١٢٠ نسمة / فدان ، وتوزيع باقى الزيادة السكانية على محاور التنمية مع المدن الجديدة ، وذلك على أن تستوعب منها الكتلة الحضرية الرئيسية ٤,٦ مليون نسمة بما يمثل ٦٢,٢٪ من الزيادة السكانية ، وتستوعب المدن المستقلة والتابعة ٠,٩ مليون نسمة ، والمستوطنات الجديدة ١,٩ مليون نسمة .

وقد قامت هيئة التخطيط العمراني عام ١٩٨٤م بتقسيم الكتلة العمرانية الرئيسية والأراضي الزراعية المتاخمة والأرض الصحراوية الواقعة داخل الإقليم إلى ١٦ قطاعا منها ثمانية قطاعات حضرية تشمل الكتلة العمرانية الرئيسية (للقاهرة وشبرا الخيمة ، ومدينة الجيزة ) ، وثلاث قطاعات زراعية بالقليوبية والجيزة ، وأربع قطاعات صحراوية ، وقطاع أثرى ، ويتراوح عدد سكان كل قطاع بين ١-٢ مليون نسمة ، على أن يتوفر فرص عمل لحوالى ٨٠٪ من القوى العاملة داخل حدود كل قطاع تحقيقا للمركزية .

وفى عام ١٩٩٣ قامت الوزارة بمضاعفة المساحات المخصصة للمدن التابعة ٦ أكتوبر والشيخ زايد والشروق والعبور وبدر ، وبهذه الزيادة بلغت المساحات المخصصة للمدن التابعة نحو ٥٠ ألف فدان بما يعادل ثلثى مساحة القاهرة ، وتمثلت جهود الدولة فى توفير البنية الأساسية وبعض الخدمات ، مع إنشاء ٤٢,٩ ألف وحدة سكنية بالتجمعات العمرانية الأولى والخامس والقطامية والشروق والشيخ زايد .

العاصمة ، وتوزيع هذا التركيز على سلسلة المراكز الثانوية ، وإتاحة مواقع صحراوية جديدة للنمو الحضرى مستقبلا ، وتمثلت الوسائل الرئيسية التى أوصت بها الدراسة لخلخلة الكثافة بوسط القاهرة ، مع استمرار استيعاب الإقليم للسكان حتى يصل عددهم إلى ١٦ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ فى :

- منع التركيز فى منطقة الوسط المركزى ، من خلال إقامة مراكز ثانوية وفرعية وتشجيع انتقال الأنشطة التى يمكنها ذلك فى هذه المنطقة .

- إعداد عدد من المواقع فى المناطق الصحراوية المتاخمة وتخصيصها كأماكن سكنية بديلة لمنخفضى الدخل ساكنى المناطق المزدهمة بالقاهرة ، ونقل محور التنمية من اتجاه الشمال / الجنوب إلى اتجاه الشرق / الغرب .

- رفع الكثافة السكانية فى المناطق ذات الكثافة المنخفضة فى الأقاليم ، وتطوير المناطق المبنية القائمة ، التى تفتقر إلى خدمات ملائمة .

- إقامة عدد من المستوطنات الصغيرة مثل مدن العبور و٦ أكتوبر وبدر والتى تعد أقرب إلى الكتلة العمرانية القائمة من مدن السادات والعاشر من رمضان .

- تقرير التشريعات الخاصة بحماية المناطق الزراعية فى الشمال ، واستخدام الاستثمارات فى مجال الصناعة والنقل والبنية الأساسية لدفع عمليات التنمية الصحراوية فى اتجاه الشرق / الغرب .

وتضمن المخطط الهيكلى للقاهرة (١٩٨٢ م) حلا بعيد المدى لمشاكل التنمية العمرانية بالإقليم يعتمد على :

- تنمية شاملة للإقليم العمرانى كوحدة متكاملة (التنمية المتزنة لريف وحضر الإقليم) ويتم فى إطاره التنظيم الهيكلى على مستوى الإقليم .

- تخطيط مدن جديدة حول القاهرة على محاور التنمية العمرانية ، والتى تربط الكتلة العمرانية للقاهرة بأقاليم الجمهورية الأخرى وهى ٦ أكتوبر ، و١٥ مايو والعبور وبدر والأمل ، والتى بدئ فى تنفيذ بعضها بهدف تخفيف الضغط الواقع على الإقليم .

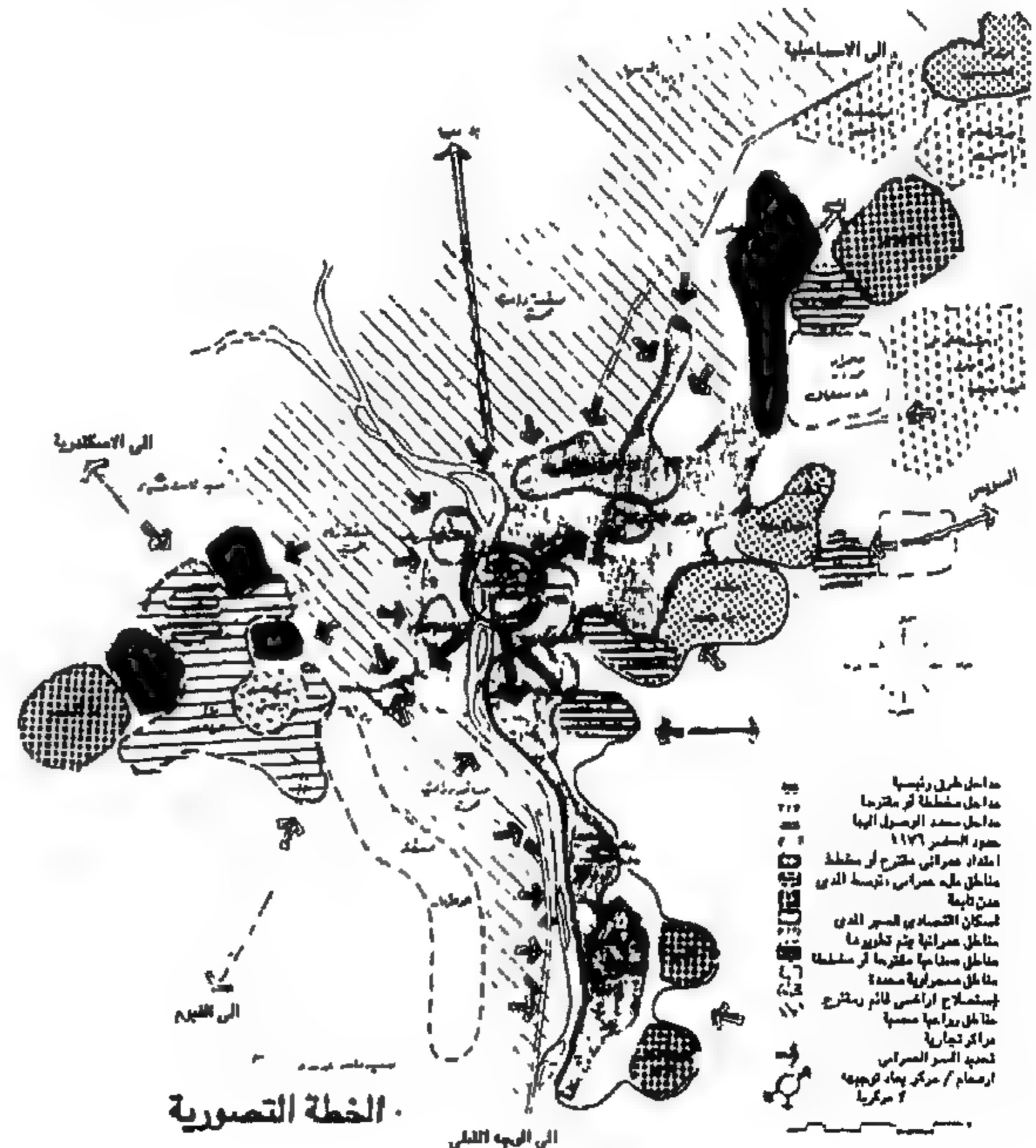
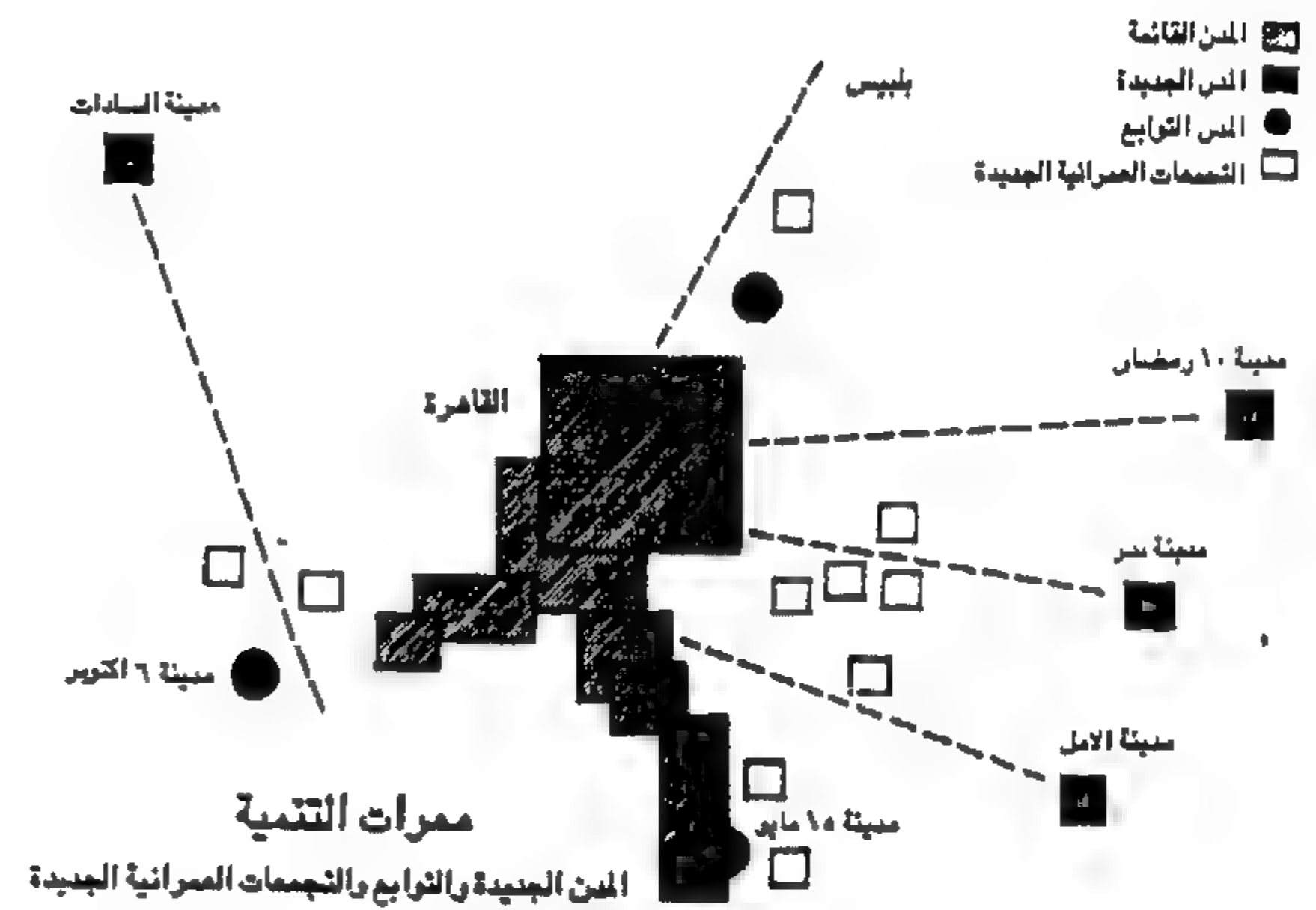
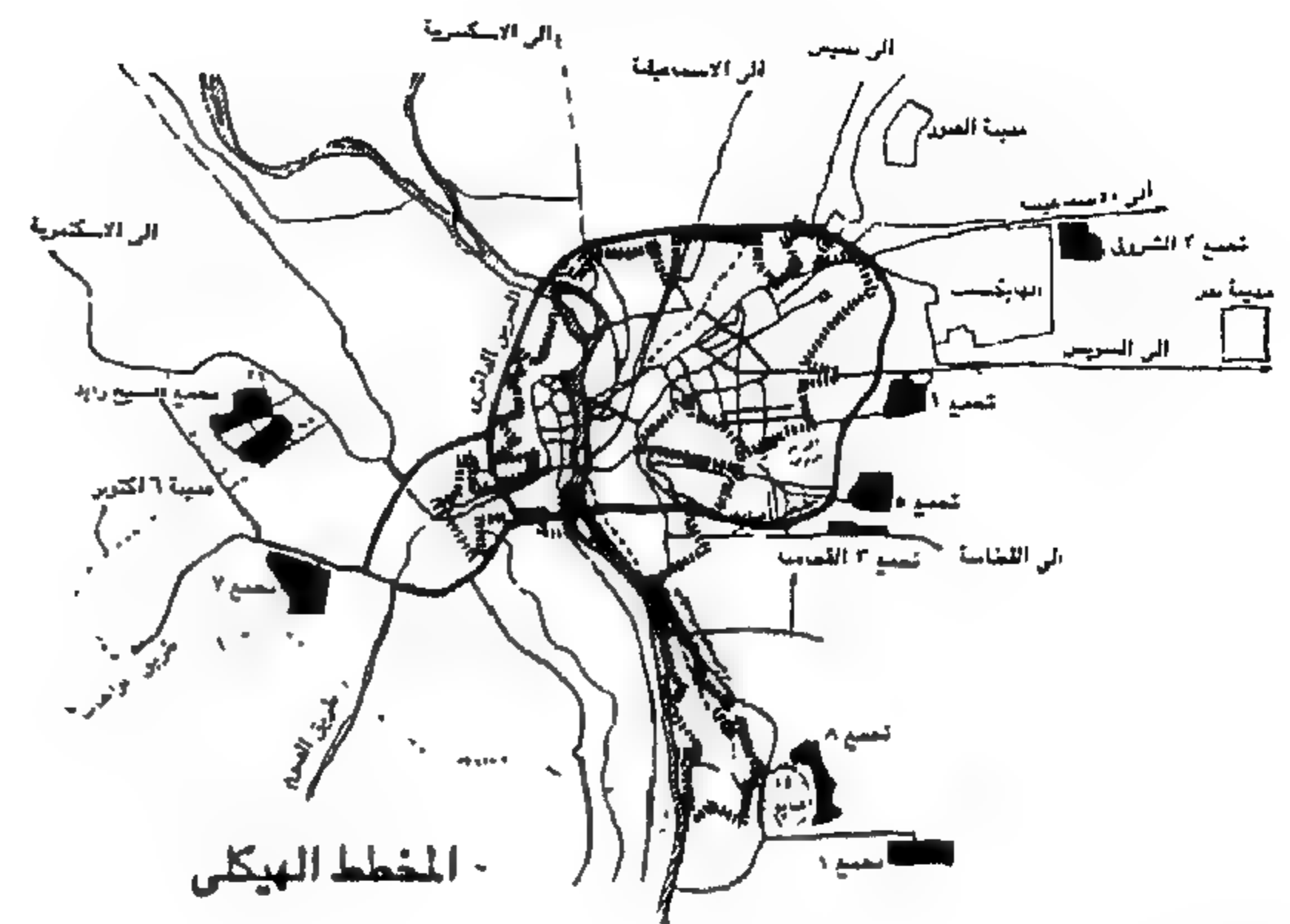
وفى عام ١٩٩٥م كان الاتجاه لتخطيط وإنشاء مدينة القاهرة الجديدة بهدف خلخلة الأحياء المكتظة بالقاهرة الكبرى ، ومنع قيام تجمعات عمرانية عشوائية غير منتظمة ، وتقع المدينة الجديدة على بعد ٢٠ كم من وسط القاهرة على الطريق الدائرى للقاهرة الكبرى ، وعلى محورى التنمية العرضى (طريق المعادى - العين السخنة جنوبا وطريق القاهرة / السويس شمالا ) ، وتستوعب المدينة الجديدة حوالى ١,٥ مليون نسمة ، وتقع على مساحة ٤٤,٨ ألف فدان وتضم التجمع الأول وأرض أكاديمية الشرطة والتجمعين الثالث والخامس والغابة المتحجرة والمناطق السكنية الجديدة .

ونرى أن هذا الاتجاه يضاعف من أعباء ومشاكل القاهرة الكبرى ، خاصة النقل والمرور على شبكة المحاور الرئيسية بالإضافة إلى تحمل المرافق بأعباء إضافية ، ويتم هذا فى الوقت الذى لم يتم فيه استثمار الموجودات القائمة بالمدن التابعة التى بدأ العمل فى إنشائها ، وهى بالتحديد مدن العبور والشروق وبدر ، خاصة بعد أن تقرر توسيع كل منها بما يناسب حجمها .

وتشير حقائق الوضع الراهن إلى أن مجموع سكان الإقليم قد بلغ حوالى ١١,٨ مليون نسمة عام ١٩٩٤م ، ويزداد عدد سكان الإقليم بنحو ٣٥٠ ألف نسمة سنويا (بمعدل نمو سنوى قدره ٤٪) وهو ما يعادل حجم مدينة كبرى من مدن المحافظات المصرية أو حجم مدينة جديدة ، ولقد ترتب على هذا استمرار امتداد العمران غير المخطط فى الشمال الشرقى على الأراضى الزراعية وعلى الضفة الغربية للنيل وفى الجنوب وفى الشرق من الكتلة الحضرية .

كما أدى تركيز المرافق الحكومية والقومية والمحلية فى منطقة القاهرة ، والافتقار إلى مستوى إدارى أعلى للإقليم ، والاستثمارات الصناعية المقترحة للمنطقة ، وعمليات التعمير العشوائية إلى قيام عمليات التخطيط والاستثمار على نحو لا يتفق والاتجاهات السليمة المستهدفة فى مجال التنمية .

ولقد أثرت الظروف الاقتصادية للدولة على ملاحقة متطلبات التنمية لهذه الزيادة ، وظهرت آثارها فى ارتفاع الكثافة السكانية بمعدلات عالية ، وارتفاع سعر الأرض ارتفاعا خياليا ، ونقص الإسكان وما صاحبه من انتشار التكدس السكانى الشديد



شكل ٢ - القاهرة الكبرى :  
المخطط الهيكلى - الخطة التصورية



وزيادة الكثافات السكانية ، كما أوصت فى المدن الجديدة القائمة بذاتها بربط الإتفاق الاستثمارى بالنمو الفعلى الذى يتحقق منها.

جدول رقم ١ - سكان المجتمعات الجديدة المتوقع فى السياسة القومية والوضع الراهن

عدد السكان المستهدف	الوضع الراهن		توقعات السياسة القومية فى ضوء الاتجاهات الحضرية		المجتمعات الجديدة
	معدل النمو السنوى %	عدد السكان ١٩٩٥ م	عدد السكان عام ٢٠٠٠ م	أقصى معدل نمو سنوى %	
٥٠٠	١٢	٨٠	١٠١,١	١٠	١٠ رمضان
١٥٠٠	١٩,٩	١٣٠	٨٠,٤	١٠	٦ أكتوبر
٢٥٠	١٣,٦	١٨٠	١٥٠,٠	١٠	١٥ مايو
٥٠٠	٤,١	٣٠	٨٣,٥	١٠	السادات
١٤٤	-	٤	-	-	بدر
١٥٠٠	-	٧٠,٢	-	-	القاهرة الجديدة
٢٥٠	-	٠,٥	-	-	العبور
٥٠٠	-	-	-	-	الشروق

وتوقعت الدراسة للمدن الجديدة ( ١٠ رمضان ، ٦ أكتوبر ، ١٥ مايو ، السادات ) عدد سكان يبلغ ٤١٥ ألف نسمة بافتراض معدل نمو متفائل يبلغ ١٠٪ سنوياً بما يمثل ١٨,٤٪ من المستهدف لها ، وينخفض هذا عن المحقق حالياً فى هذه المدن (١٩٩٥م) ويمثل ١٨,٦٪ من أحجامها المستهدفة .

وقد جاء بالمخطط الاستراتيجى لتنمية إقليم القاهرة الكبرى عام ١٩٨٣م أنه أعيد النظر فى المدن الجديدة الجارى تنفيذها أو تخطيطها ، وقدر لها أن تستوعب ٠,٩ مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠م ، تتوزع على مدن ١٠ رمضان ، ١٥ مايو والعبور ، بدر ، ٦ أكتوبر ، الأمل ، كما جاء بالمخطط استغلال المدن الثلاث التوابع : ٦ أكتوبر ، العبور ، ١٥ مايو كنقاط ارتكاز فى الانطلاق لتنمية المدن الجديدة ، بالإضافة إلى استخدام المدن الجديدة كنقاط أساسية فى تنمية ممرات التنمية ، فمدينة السادات لتنمية ممر القاهرة / الإسكندرية الصحراوى ، والأمل لتنمية محور القاهرة / الاسماعيلية الصحراوى .

وتعد التجمعات العمرانية الجديدة ضرورة على المستوى القومى ، وترتيب أولوياتها لآزم فى إطار تخطيط قومى شامل ، إلا أن عمليات التنمية العمرانية تواجه بعض السلبات التى

فى الأحياء القديمة المتهاكة مع تدهور الأحياء الجديد ، وتعقدت مشاكل المرور مع قصور المرافق والخدمات الأخرى ، بالإضافة إلى انتشار ظاهرة التلوث بأنواعه .

وبصفة عامه تشير الحقائق إلى أن أهداف المخطط الهيكلى للقاهرة الكبرى لم تتحقق حتى الآن ، والأسلوب الأمثل لإعداد مثل هذا المخطط ، هو أن يعد تخطيط وتنمية الأقاليم التخطيطية الأخرى عمرانيا واقتصاديا واجتماعيا فى إطار السياسة القومية ، التى تحدد الحجم الأمثل للسكان الذى يمكن أن يستوعبهم كل إقليم بما يتفق وإمكانياته وظروفه المحلية .

كما تحتاج الكتلة الحضرية للقاهرة الكبرى إلى مستوى إدارى له شخصية اعتبارية أعلى يضم الوحدات الإدارية للقاهرة ومدن الجيزة وشبرا الخيمة ، وذلك للتنسيق والاتفاق على السياسات والاستراتيجيات الخاصة بتخطيط المرافق والخدمات والتشريعات المنظمة للعمران بما يتفق وخطة التنمية.

## ٢ - المدن الجديد

وضعت لجنة تخطيط القاهرة الكبرى فى أواخر الستينات خطة إقليمية استهدفت استكمال نمو القاهرة فى المستقبل من خلال إقامة أربع مدن جديدة تابعه على الأراضى الصحراوية ، على أن تستوعب كل منها ٢٥٠ ألف نسمة .

وفى عام ١٩٧٥م بدأ التخطيط بمدينتى العاشر من رمضان والسادات بمثابة بديل للتنمية المتأخم للقاهرة ، على أن تستوعب كل منها ٥٠٠ ألف نسمة حتى عام ٢٠٠٠ ، كما بدأ التخطيط لمدينة العامرية الجديدة فى عام ١٩٧٧م على أن يكون لها نفس الحجم ، وأن تقوم بنفس الغرض بالنسبة لمدينة الإسكندرية ، وبدأ فى التخطيط لمدينة ١٥ مايو كمدينة تابعة يبلغ حجمها السكانى ١٥٠ ألف نسمة بالإضافة إلى مدن السادس من أكتوبر والعبور والأمل ، وهكذا تطور التركيز فى سياسة المدن الجديدة فى مصر بهدف تقليل حدة التركيز وتنظيم بمنطقتى القاهرة والإسكندرية .

وفيما يتعلق بسياسة المدن الجديدة فإن توصيات السياسة القومية للتنمية تتفق مع اتجاه الحكومه ، على أن تكون الأولوية للمدن التابعة والأحياء الجديدة على المدن القائمة بذاتها ، وإجراء عملية التقييم لكل مرحلة مع خفض المعايير

التجمعات وإعادة النظر فى برامج التنفيذ ، وتوفير البنية الأساسية والقاعدة الاقتصادية بها قبل البدء فى مشروعات تقسيم الأراضى وبيعها .

### ٣- الإسكندرية

فى عام ١٩٨٢ م أوصت الاستراتيجية المقترحة للسياسة القومية للتنمية الحضرية بتحقيق النمو السريع لإقليم الإسكندرية ، من خلال تخصيص نسبة كبيرة من إجمالى الاستثمارات الصناعية واستثمارات البنية الأساسية بهدف توسيع قاعدته الاقتصادية الحالية ، الأمر الذى يترتب عليه جذب المهاجرين من الدلتا والمناطق الأخرى ، واستهدفت السياسة تقليل حدة التركيز فى مناطق الوسط عن طريق خلخلة كثافتها وتنمية المراكز الثانوية ، ومد حدود العمران والتنمية إلى الأطراف ، بالإضافة إلى تشجيع البناء والتنمية الرأسية وملء المواقع الخالية داخل الحدود الحضرية .

وطبقا لتقديرات الدراسة فمن الممكن لمنطقة الإسكندرية استيعاب حجم سكاني يبلغ ٥ - ٥,٥ مليون نسمة فى عام ٢٠٠٠ (بمعدل نمو سنوى متوسط قدره ٣,٦٦ ٪ خلال الفترة ٨٥-٢٠٠٠) ، وتضمنت العناصر الرئيسية للاستراتيجية المقترحة ما يلى :

- تقليل حدة التركيز فى المنطقة المركزية وذلك بالاتجاه نحو العامرية التى يمكنها استيعاب نسبة كبيرة من النمو المتوقع ، ويقدر بحوالى ٦٦ ٪ من الزيادة السكانية المتوقعه .

- التنمية الرأسية وملء الأقسام الخالية ، داخل حدود المناطق الحضرية ، وخفض الكثافة بالأقسام كاملة التحضر والتى تعد أكثر قربا من الوسط .

- تطوير مناطق الاستيطان الحالية بتوفير مستويات أعلى للبنية الأساسية والخدمات الاجتماعية .

- حماية الأراضى الزراعية والمناطق الصحراوية والمقيدة من خلال تطبيق القوانين وفرض العقوبات .

- استخدام شبكات النقل والاستثمار الصناعى وخدمات البنية الأساسية كأدوات تشجيع تنمية المناطق المرغوب فى تعميرها .

وفى عام ١٩٨٥ م كان التخطيط الشامل للمحافظة والذى

تعوق تطورها وتقدمها ، من أهمها محدودية الاستثمارات والطموح فى بعض مخططاتها وغيبة التخطيط الإقليمى .

وتشير خصائص الوضع الراهن بالنسبة للمدن والتجمعات الجديدة إلى أن الأهداف الطموحة للمخططات المعتمدة لم تتحقق ، وأنها دون حجم السكان المستهدف ، فهناك تفاوت بين المستهدف بهذه المخططات والنتائج عن التنفيذ (حتى نهاية عام ١٩٩٥) ، ويتضح ذلك فى الآتى :

- إن إجمالى حجم السكان عام ١٩٩٥ م فى مدن (١٠ رمضان، ١٥ مايو ، العبور ، بدر ، ٦ أكتوبر ) يبلغ ٣٩٤,٥ ألف نسمة يمثلون ١٤,٣ ٪ من الحجم المستهدف ، ونجد حجم السكان فى نهاية ١٩٩٥ م فى مدينة ١٥ مايو يمثل ٧٢ ٪ ، ومدينة ١٠ رمضان ١٦ ٪ ، يمثل ٨,٧ ٪ فى مدينة ٦ أكتوبر من أحجامها المستهدفه ، بينما لم يتجاوز ١,٦ ٪ فى مدينة بدر ، ٠,٢ ٪ فى مدينة العبور من المستهدف .

- فى مدينة السادات يبلغ حجم السكان عام ١٩٩٥ ٦ ٪ من حجمها المستهدف ، وبرج العرب ٩,٨ ، ودمياط ١٤,٨ ، والصالحية ٢٥ ٪ ، والتوبارية ٢,٨ ٪ .

وتتمثل الأسباب الرئيسية فى تأخر المدن الجديدة فى مصر إلى العديد من المشاكل التمويلية والتنفيذية والإدارية وفى مقدمتها انخفاض حجم التمويل المتاح واعتماده على الحكومة كمصدر أساسى ، حيث أن حجم الاستثمارات المطلوبة لا تستطيع أن تتحملها القدرات التمويلية للاقتصاد القومى .

والصورة العامة لما تم خلال السنوات الماضية فى المدن الجديدة ( حتى عام ١٩٩٥ م ) تشير إلى أنها نشأت ونمت تفتقد التوازن والتكامل بين قطاعاتها المختلفة ، وخاصة قطاعى الصناعة والإسكان ، بالإضافة إلى النمو المتعثر للإسكان ومراكز الخدمات العامة ، حيث انتشرت مشروعات الإسكان فى عدد من المجاورات دون أن تكتمل أى منها بينما تتوزع مبانى الخدمات بشكل عشوائى فى بعضها .

وتواجه التجمعات الجارى تنفيذها حاليا العديد من المشاكل المتعلقة بالخدمات والبنية الأساسية والموقع ، مما يستلزم معه وضع برامج محددة لها والتغلب عليها عن طريق التنسيق بين جهود الجهات المختلفة والمتداخلة فى اختيار مواقع هذه



تصارع وتنافس متطلبات استخدام الأراضي من مشروعات صناعية وإسكانية وسياحية وزراعية على فرص التوسع المتاحة ، بالإضافة إلى أن التركيز في المنطقة المركزية قد وصل في أقسامها إلى حد التشبع بكثافات سكانية عالية تتجاوز ألف نسمة / هكتار ، على نحو لا يتفق والاتجاهات المنشودة للتنمية الحضرية .

وهنا تظهر أهمية تشجيع إعادة توظيف الأنشطة القائمة التي يكمنها الانتقال دون خسائر ، وإعداد مناطق جذب مستحدثة خارج نطاق المدينة ، والرقابة على عملية الإسكان غير الرسمي وتوجيهها إلى مناطق التنمية في الأطراف .

#### ٤ - منطقة قناة السويس

في عام ٧٥ - ١٩٧٦ كان التخطيط الشامل لمنطقة قناة السويس حتى عام ٢٠٠٠ ، وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة الاسماعيلية أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠ يصل إلى حوالي ١,٢٥ مليون نسمة منهم حوالي ٦٠٠ ألف نسمة بمدينة الاسماعيلية ، واستصلاح حوالي ٥٠٠ ألف فدان بالصالحية وبسهل جنوب بورسعيد والحسينية ، والتوسع في الصناعات الزراعية ، وتنمية السياحة على شواطئ بحيرة التمساح واستغلال شواطئ البحيرات المرة ، بالإضافة إلى إنشاء جامعة إقليمية في الاسماعيلية .

وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة بورسعيد حتى عام ٢٠٠٠ م أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠ م سيصل إلى حوالي ٧٥٠ ألف نسمة ، وتطوير بورسعيد كمطقة حرة وتطوير صناعة السفن وإصلاحها ، واستصلاح حوالي ٦٧ ألف فدان وزراعتها وإقامة بعض الصناعات الزراعية فيها ، مع تنمية صناعة تربية الأسماك ، بالإضافة إلى إنشاء ميناء جديد ورفع كفاءة الميناء الحالي ، وتطوير وتنمية السياحة العالمية والداخلية لزيادة الدخل القومي .

وتضمن التخطيط الشامل لمنطقة السويس حتى عام ٢٠٠٠ م أن عدد السكان سنة ٢٠٠٠ سيبلغ حوالي مليون نسمة ، وتحويل بورتوفيق إلى منطقة حرة ، بالإضافة إلى بعض المناطق الحرة الأخرى في الغرب ، وإنشاء مصانع الأسمنت والسماط والغزل والنسيج ، وتوسيع معامل تكرير البترول ،

أعدته جامعة الإسكندرية ، وحدد لها عشرون سنة لتنفيذها على أربعة خطط خمسية تنتهي عام ٢٠٠٥ م ، وقد قامت أسس التخطيط واستراتيجيته على :

- تخصيص وتخطيط مساحة كافية للامتداد العمراني غرب المدينة ، وتحديد النمو العمراني من ناحية الجنوب لحماية الأراضي الزراعية ، ووضع سياسة وبرامج للإسكان والخدمات لحل المشاكل الحالية .

- تنمية الساحل الشمالي وتخطيط مشروعاته السياحية في اتجاه الشمال الغربي .

- توجيه النمو الصناعي في مساحات مخصصة للصناعة وأهمها المنطقة الممتدة جنوب ميناء الدخيلة .

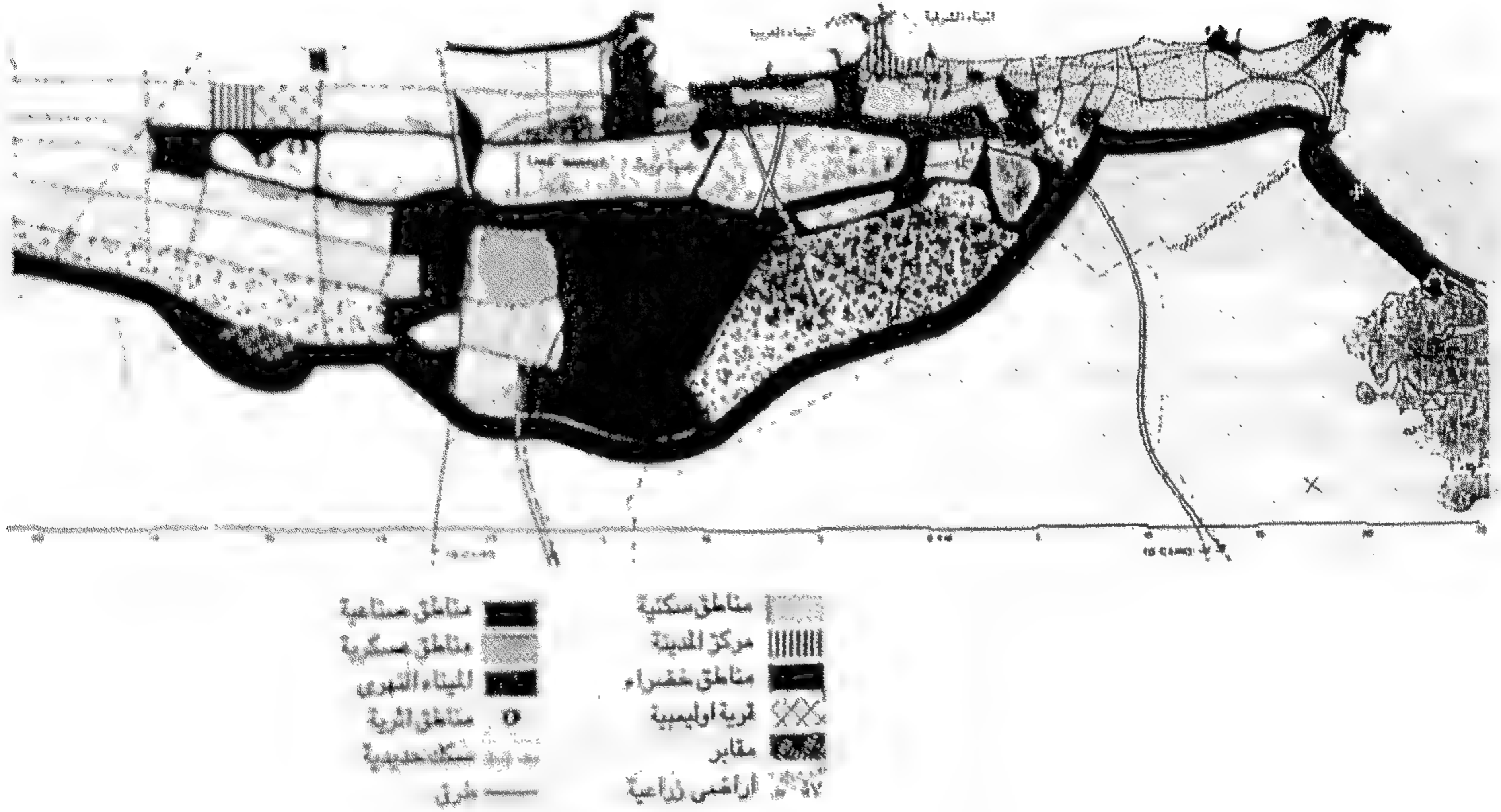
- تنمية وتخطيط شاطئ بحيرة مريوط الشمالي والجنوبي واستغلالها كمطقة جذب سياحي . شكل رقم (٣) .

وتتوقع الدراسة أن يبلغ تعداد السكان عام ٢٠٠٥ م حوالي ٥,٦ مليون نسمة تستوعب العامرية ٥٠٠ ألف نسمة ، والتوسع العمراني في الساحل الشمالي ٢٥٠ ألف نسمة ، وتمثلت اقتراحات الامتداد العمراني للمدينة في إعادة تخطيط مدينة العامرية والتي يمكن أن تستوعب نسبة كبيرة من الزيادة السكانية ، وإنشاء ضاحية سكنية بمنطقة كنج مريوط ويمكن أن تستوعب حوالي ٥٠٠ ألف نسمة .

وجدير بالإشارة أن عدد السكان بالإسكندرية عام ١٩٩٤ م يقدر بحوالي ٣,٣٨ مليون نسمة بمعدل نمو بلغ ١,٩ ٪ في الفترة ٨٦ - ١٩٩٤ م ، وينخفض في هذا عن توقعات دراسة السياسة القومية للتنمية ، والتي قدرت زيادة سكان المدينة بمعدل سنوي يبلغ ٣,٦٦ ٪ مما يشير إلى عدم تحقيق المستهدف بالسياسة القومية عام ٢٠٠٠ م .

وتشكل اتجاهات وخصائص التنمية العمرانية الحالية خطرا على مصادر الغذاء القريبة في الإسكندرية ، والتي تشمل المنطقة البحرية والبحيرات والأراضي الصحراوية في الجنوب الشرقي وفي الشرق ، فمظاهر العمران بمحاذاة طريقي القاهرة / الإسكندرية الزراعي والصحراوي تمثل تنمية غير مخططة تنتج عنها خسائر ملحوظة في الأراضي الزراعية ، كما يتضح

## البحر الأبيض المتوسط



شكل رقم ٣ - التخطيط الشامل لمحافظة الاسكندرية عام ٢٠٠٥

بالدلتا ، والاسماعيلية ستظل مركزا رئيسيا للخدمات باعتبارها مقر هيئة قناة السويس وجامعة القناة .

وبصفة عامة تعتبر تقديرات دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية للنمو في مدن القناة أقل من توقعات الخطط الرئيسية السابقة .

وفي عام ١٩٩٢ قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة الحيز العمرانى لمدينة الاسماعيلية ، وقدّر فيها الحجم السكائى للمدينة عام ٢٠١٥ بحوالى ٥٥٩ ألف نسمة ، وأن عدد السكان المطلوب توفير مناطق امتداد للإسكان له خارج المدينة يبلغ حوالى ٩٧ ألف نسمة ، وقد اقترح تخصيص أراضى شمال المدينة للتنمية العمرانية مع زيادة القدرة الاستيعابية للأحياء السكنية القائمة ، بالإضافة إلى المناطق المتاخمة للكتلة الحالية والتي سيصير تنميتها في شكل ضواحي سكنية .

وفي التخطيط الإقليمى لمحافظة بور سعيد قدرت الطاقة الاستيعابية لسكان محافظة بور سعيد عام ٢٠١٥ من ٨٠٠ ألف إلى مليون نسمة يتم استيعابهم في التجمعات القائمة والمقترحة ، منها العاصمة تجمع حضارى بحجم ٤٥٠ ألف

وإقامة صناعات الزجاج والبتروكيماويات بالإضافة إلى استصلاح وزراعة الأراضى شمال السويس وشرق القناة في مساحة حوالى ٥٠ ألف فدان ، وتطوير صناعة صيد الأسماك ، وتطوير ميناء بور ابراهيم وإنشاء ميناء الأدبية . شكل رقم (٤)

وفي عام ١٩٨٢م رأت السياسة القومية للتنمية الحضرية إدخال بعض التعديلات على مخطط المنطقة ، ليصل حجم الاسماعيلية بين (٤٠٠ - ٥٠٠ ألف نسمة) ، وبور سعيد من (٥٥٠ - ٦٥٠ ألف نسمة) ، والسويس يتراوح بين ٧٥٠ - ٨٥٠ ألف نسمة ، بمعدل نمو سنوى يتراوح بين ٥,٨٪ - ٦,٣٪ سنويا ، وبافتراض الوصول إلى عدد السكان المستهدف فإن السويس سوف تستوعب ٢,٣٪ من عدد السكان الحضريين في عام ٢٠٠٠ ، ٣,٢٪ من الزيادة المتوقعة في هذا الصدد خلال نفس الفترة .

وترى السياسة أن لكل من مدن القناة خصائصها التي تؤهلها لأن تكون محلا للتركيز في مجال تشجيع النمو ، فالسويس سوف تكون بمثابة مركز صناعى ، ومركز ترانزيت للسفن المتجهة إلى آسيا وأفريقيا ، وبور سعيد بمثابة ميناء ثانوى ومنطقة حرة ومركز خدمات للمناطق الشمالية الشرقية



طول طريق القاهرة / السويس، وفي المناطق الساحلية إلى الجنوب، وقد قدر عدد سكان المدينة بحوالى ٣٩٣ ألف نسمة عام ١٩٩٤م، وينخفض كثيرا عن الحجم المستهدف بالخطة الرئيسية التى توقعته ٤٨٠ ألف نسمة عام ١٩٨٥م والحجم المقترح فى دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية، وفى الاسماعيلية وقد قدر عدد سكان المدينة بحوالى ٣٢٤ ألف نسمة عام ١٩٩٤م، وفى بور سعيد بحوالى ٤٦٠ ألف نسمة، وتقترب فى هذا من توقعات الدراسة عام ٢٠٠٠، وبصورة عامة لم تستطيع مدن القناة تحقيق الأحجام السكانية المستهدفة لكل منها، والتى وردت فى السياسة القومية للتنمية الحضرية.

وتتضح أهمية التركيز على دعم وتحفيز إمكانات النمو فى القناة، لمزاياها الموقعية وتوافر الموارد والقاعدة الصناعية والخدمات، وذلك من خلال زيادة الاستثمار الصناعى والاستثمارات فى البنية الأساسية، على اعتبار أنها مراكز هامة للتنمية القومية.

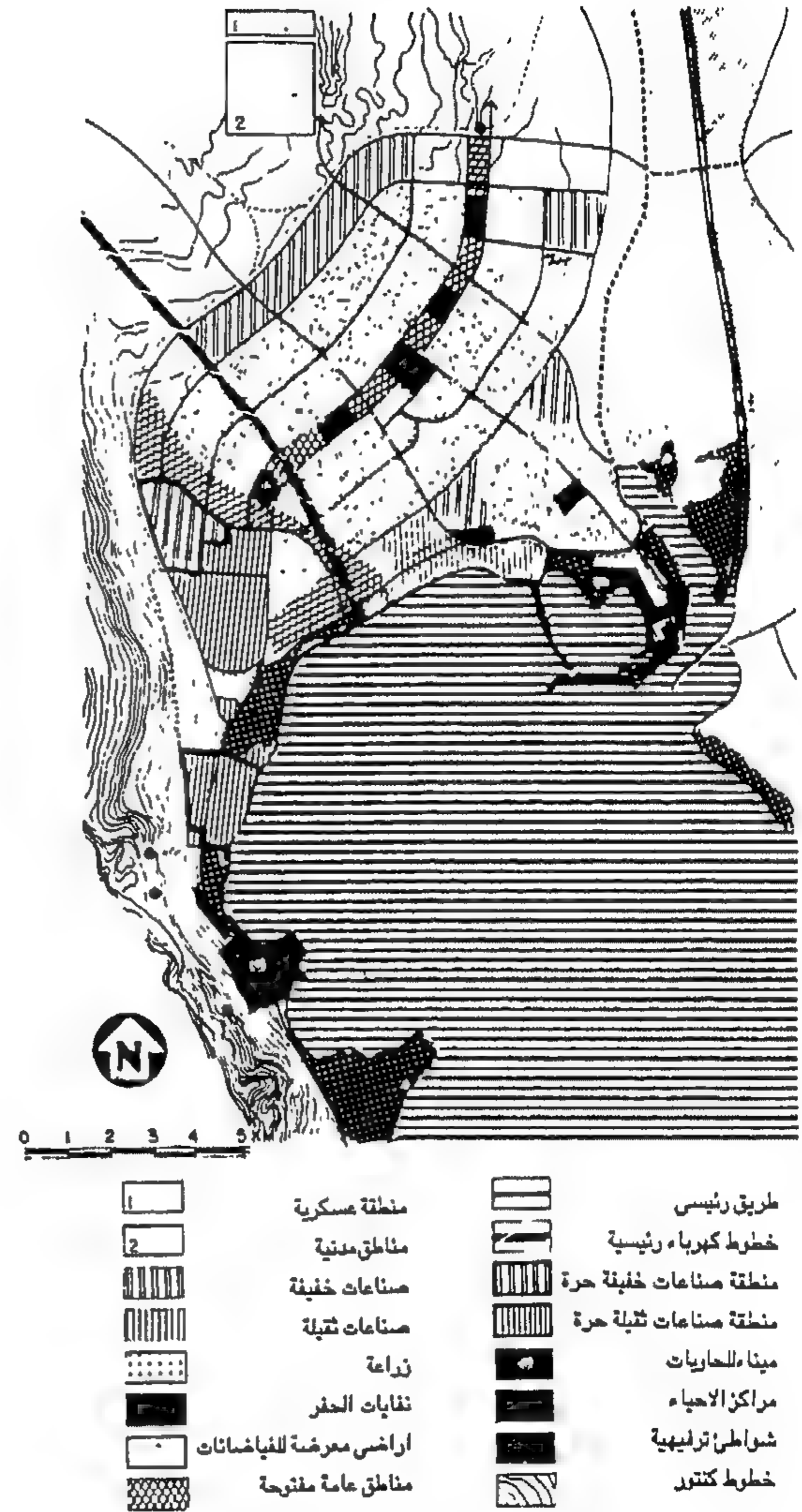
#### ٥- منطقة الدلتا

تمثلت العناصر الرئيسية لاستراتيجية السياسة القومية بالدلتا فى:

- تشجيع هجرة السكان من الدلتا إلى إقليمى القاهرة والإسكندرية بالإضافة إلى السويس.
- دمج وتدعيم لأنشطة مراكز الخدمة الإقليمية فى مدينتين أو ثلاث من مدن الدلتا.
- اعتبار الدلتا إقليما واحدا فى مجال تخطيط التنمية الاقتصادية والعمرانية.
- تطوير المخططات قصيرة الأجل للتنمية وخطط استخدامات الأرضى بمستوطنات الدلتا، ووضع سياسة رسمية واضحة تحدد حدود المدن وأساليب تعديلها.
- وقف إنشاء المشروعات الصناعية ومشروعات الإسكان والمنشآت الأخرى خارج حدود المدن حماية للأراضى الزراعية.
- مراجعة المشروعات الإقليمية المقترحة للقطاعات المختلفة والمشروعات الصناعية المزمع إنشاؤها فى الدلتا بغرض نقلها إلى خارج الدلتا.

واختيرت مدن طنطا والمنصورة لتكون المراكز المرشحة

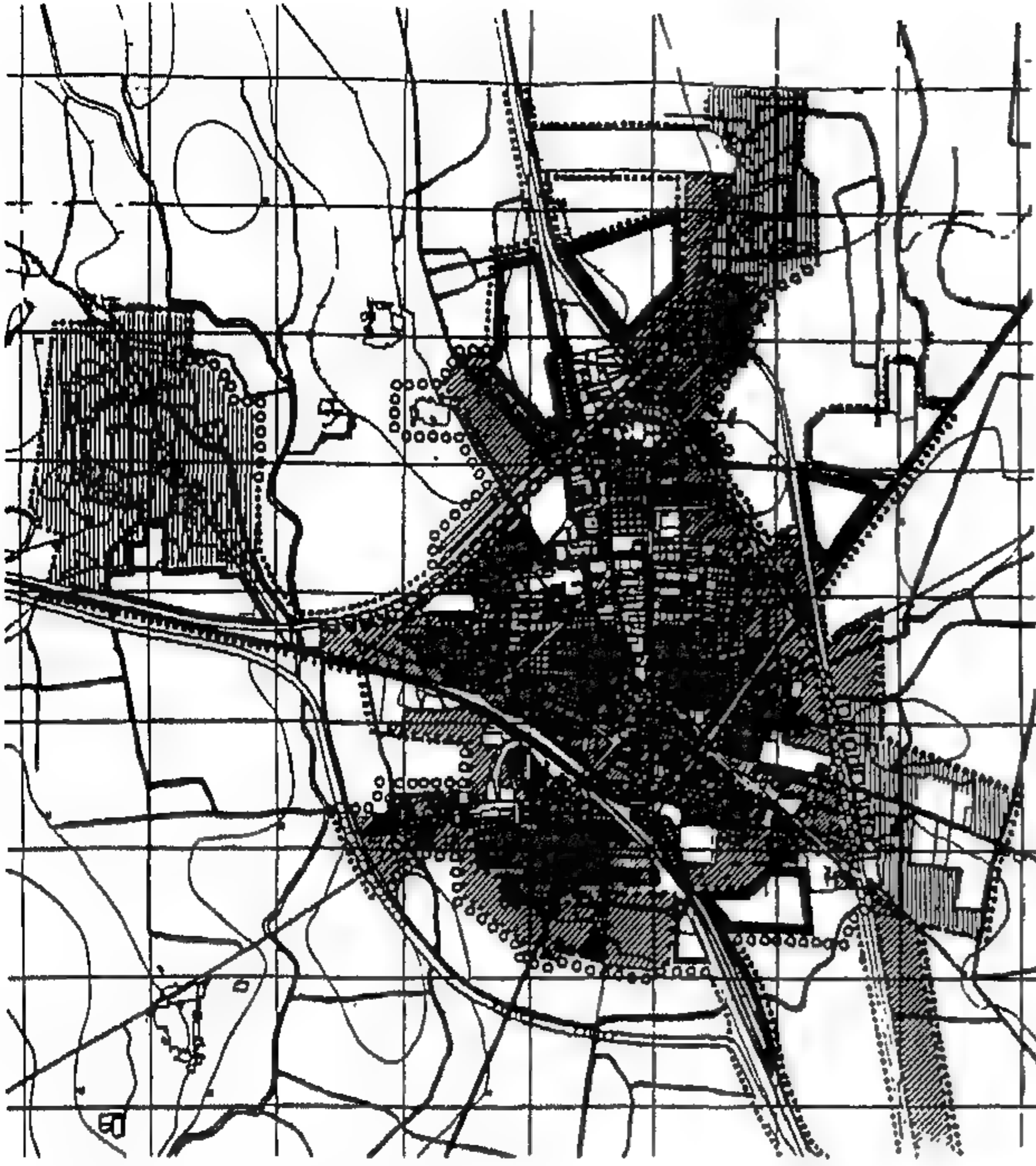
نسمة، يضاف إليها تجمع جديد يستوعب ٣٥٠ ألف نسمة، ومدينتين مركزيتين شرق وغرب القناة بحجم سكان لكل منهما (٢٠ - ٢٥ ألف نسمة)، وقرى مركزية بحجم سكاني لكل قرية ٢٥٠٠ نسمة، وقرى فرعية بحجم سكاني لكل منها أقل من ٢٥٠٠ نسمة.



شكل رقم ٤ - المخطط الرئيسى للسويس

وفى عام ١٩٩٤م قدر عدد السكان فى منطقة القناة بحوالى ١,١٧٧ مليون نسمة، بمعدل نمو سنوى بلغ ٢,٩٪ فى مقابل توقعات السياسة القومية التى بلغت ٤,٤٨٪ مما يشير إلى أن النمو الاقتصادى والسكاني فى مدن القناة ينخفض عن اتجاهات السياسة القومية للتنمية الحضرية.

ففى السويس يتحقق النمو الغير مخطط بشكل غالب على



مناطق خاصة بالمناطق الحضرية والمطوب حمايتها	مناطق التنمية
الأرض الزراعية (.....)	توسيع وتطوير التركيب العمراني والخدمات
الأرض الزراعية ذات الأولوية في الحماية (.....)	إعادة تجديد المناطق ذات التركيب الغير مناسب
مساحات مياه الترع (.....)	توسيع المناطق المتداعية
مصادر مياه الشرب (.....)	ملء الفراغات باطراف المدينة
الحفاظ على البيئة العمرانية (.....)	مناطق الامتداد المطلوبة
مناطق ذات نوعية خاصة (.....)	تنمية القرى
إجراءات أمنية للممرات (.....)	

شكل رقم ٥ - التخطيط الهيكلي لمدينة طنطا

يقدر بحوالى ٦,٥٢٩ مليون نسمة عام ١٩٩٤م بمعدل نمو يبلغ ٢,٣٪ ويفوق معدل النمو المتوقع للدراسة والبالغ ٢,٢٪، كما تنتشر الامتدادات العمرانية على الأراضى الزراعية حول المدن والقرى المجاورة لها نتيجة لغية جهود الرقابة والتخطيط العمرانى ، ففى طنطا والمنصورة يتبع النمو العمرانى الحالى الطرق الرئيسية باتجاهات الشرق والجنوب والشمال ولا يزال يوجد خطر يهدد المناطق ذات التربة عالية الجودة .

وتظهر الضرورة الماسة لعدم التركيز وتوطين الأنشطة والصناعة بالمدن الكبرى فى الدلتا ، إلى حد يستوجب معه الإسراع بالتركيز على تنمية مناطق الاستيطان بالأراضى الهامشية شرق وغرب الدلتا واستخدامها لأغراض العمران والتي يمكن أن تتطور لتصبح مراكز للنمو .

#### ٦- الوجه القبلى

أوصت استراتيجية السياسة القومية للوجه القبلى بخلخلة

للمركز الخاص فى هذا الصدد ، وتمثلت توصيات التنمية العمرانية المقترحة لطنطا فى أن تمتد الحدود الحالية للمدينة لاستيعاب السكان المتوقعين عام ٢٠٠٠ و المقدر عددهم بحوالى ٥٧٥ ألف نسمة ، وبصورة عامة ترى السياسة القومية للتنمية الحضرية أن التنمية المستقبلية فى طنطا يجب أن تتم داخل منطقة مخططة ومحددة يمكنها استيعاب النمو حتى عام ٢٠٠٠ ، واختيرت المنصورة لتكون المركز الثانى المرشح للتركيز الخاص ، استنادا إلى قاعدتها السكانية وموقعها بشمال شرق الدلتا ، وقد استهدفت الدراسة حجما سكانيا للمدينة قوامه ٥٥٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ ، بما يستلزم وضع استراتيجية للتنمية العمرانية بالمنصورة تتماثل مع نظيرتها الخاصة بمدينة طنطا .

ونرى أن اتجاه السياسة الحضرية إلى تبنى الاستراتيجية الرامية إلى زيادة التركيز ورفع النمو العمرانى فى مدن طنطا والمنصورة بالدلتا ، يتعارض مع هدف الحفاظ على الأراضى الزراعية بها وتحسين بيئتها المعيشية فى ظروفها الحالية ، كما أنه يخلق عدم توازن فى الهيكل الحضرى للإقليم ويؤدى إلى تفاقم مشكلاته .

وقد قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة المخطط الهيكلى لمدينة طنطا عام ١٩٨٥م ، وقدرت فيه تعداد السكان بنحو ٤٥٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ ، وأن الكتلة العمرانية الحالية للمدينة يمكنها استيعاب ٤٣٥ ألف نسمة ، بافتراض كثافة إجمالية ١٥٠ نسمة / فدان ، ويبدو هذا الاقتراح غير واقعى ويصعب تحقيقه تنفيذا وشعبيا نظرا للجهود والاستثمارات المضاعفة المطلوبة للتخطيط وتوفير وتحسين المرافق والخدمات ، وقد أظهرت نتيجة التقييم أن المناطق الشمالية تحتوى على أفضل إمكانات للامتداد لتوافر المساحات والقرب من توسعات شبكات المرافق . شكل (٥) .

وفى دراسة المخطط العام لمدينة المنصورة عام ١٩٩٤م قدر عدد السكان المتوقع عام ٢٠١٢ بحوالى ٤٦٩ ألف نسمة، وارتكز المخطط العام المقترح للمدينة على تقوية الروابط الإقليمية بين المدينة وإقليمها واستغلال شاطئ النيل فى الاتجاهين . شكل (٦) .

ويشير الوضع الراهن إلى أن حجم سكان الحضر فى الدلتا



المعادن والصيد (من خلال إدارة محسنة) والسياحة والصناعة .  
وفى أوائل الثمانينات بدأت هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة فى تخطيط المدن التوائم على الضفة الشرقية للنيل لامتصاص الفائض السكاني للمدن الأم غرب النيل ، وتستوعب مجتمعة نحو ٤٥٥ ألف نسمة وتشمل مدينة بنى سويف الجديدة ، ومدينة المنيا الجديدة وتستوعب كل منها ١٢٠ ألف نسمة ، ومدينة أسيوط الجديدة (الصفاء) وتستوعب ١١٥ ألف نسمة ، ومدينة سوهاج الجديدة (مدينة أخميم) بالإضافة إلى مدينة أسوان الجديدة والتي تستوعب نحو ١٠٠ ألف نسمة ، وحتى الآن لم يتحقق قدر يعتد به من الإنشاء السكنى إلا فى مدينتى بنى سويف والمنيا ، ولم تبدأ الحياة فى إحداها .

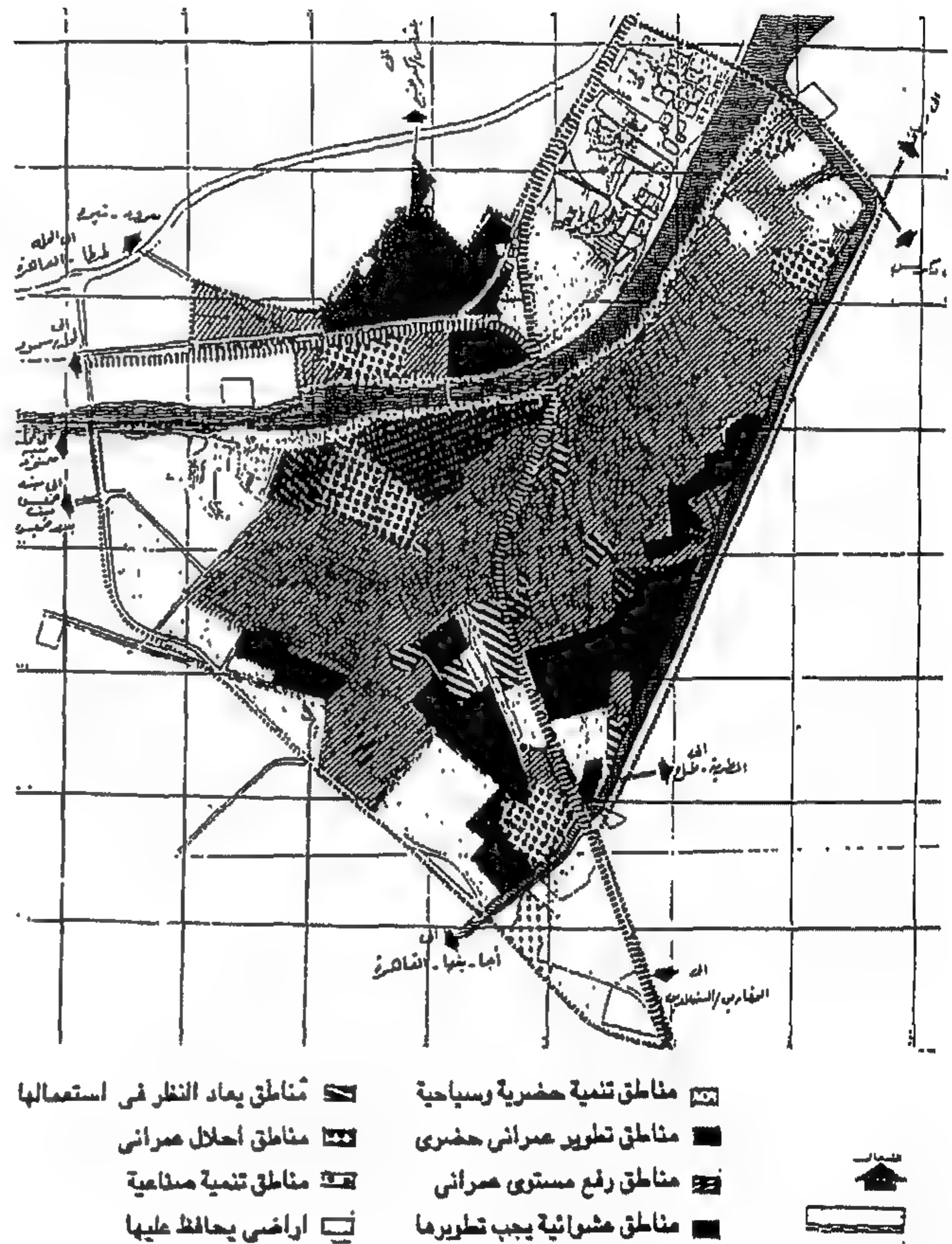
وفى عام ١٩٨٥م قامت الهيئة العامة للتخطيط العمرانى بدراسة التخطيط الهيكلى لمدينة أسيوط ، ويتوقع استمرار تزايد السكان إلى حوالى ٤٨٧ ألف نسمة عام ٢٠٠٥ ، وخلص الإطار العام المقترح للتنمية إلى أنه بتكثيف المناطق ذات الكثافات المنخفضة واستكمال مناطق الامتداد الجديدة على أطرافها يمكن استيعاب الزيادة السكاني المرتقبة حتى عام ١٩٩٧م والمقدرة بنحو ١٠٦ ألف نسمة ، واقتراح ثلاث تجمعات عمرانية جنوب وغرب الكتلة العمرانية للمدينة لاستيعاب باقى الزيادة السكانية حتى سنة التخطيط شكل (٧) .

وفى الدراسات الخاصة بالمخطط الهيكلى لمدينة قنا ، تم تحديد الحيز العمرانى لمستقبل الكتلة العمرانية للمدينة والذي يتلافى استخدام الأراضى الزراعية والتجمعات الريفية حولها ، وحدد المخطط العام لمنطقة الامتداد العمرانى للمدينة ( مدينة قنا الجديدة ) لاستيعاب ١٠٨ ألف نسمة .

وانتهت دراسة التنمية الحضرية لمدينة أسوان عام ١٩٩٣م إلى إنشاء مدينة جديدة غرب النيل على مساحة تبلغ ١٢٨٥ فداناً لاستيعاب ٧٠ ألف نسمة ، بهدف تنمية الضفة الغربية لمدينة أسوان والتخفيف من مشاكل المدينة الأم . شكل (٨) .

وفى الوضع الراهن نجد فى مدينة أسيوط أن معظم الامتدادات والنمو العمرانى يتجه فى الأراضى الزراعية ، ويقدر عدد السكان بالمدينة عام ٢٠٠٠ بحوالى ٤٣٠ ألف نسمة على

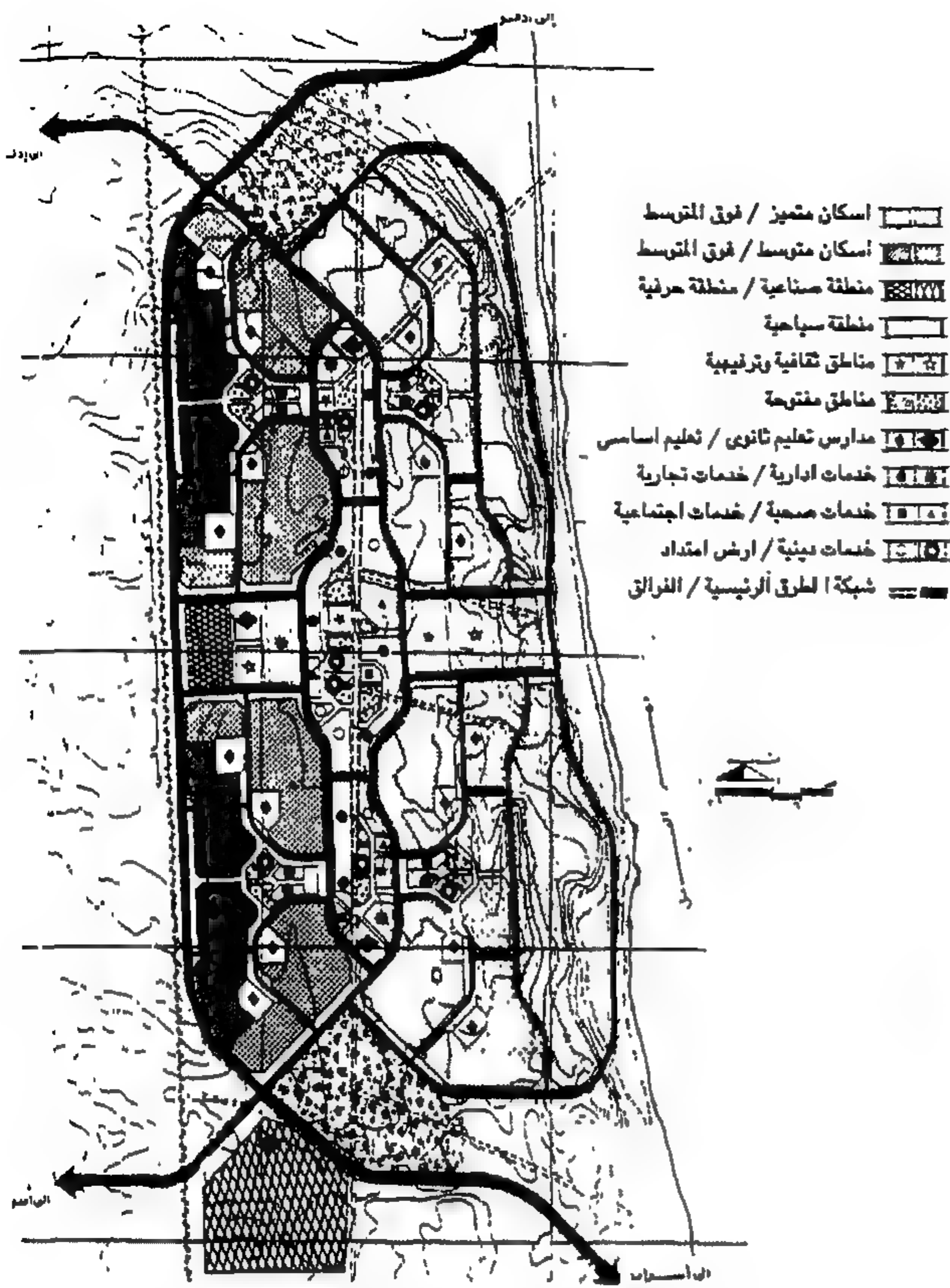
كثافة سكان الحضر فى اتجاه أعالي وادى النيل ، وذلك بتركيز الصناعة وخلق فرص العمل فى ثلاث مراكز إقليمية مختلفه ، بتنمية القاعدة الحضرية لكل من أسوان ، وقنا / نجع حمادى ، وأسيوط فوق أراضى غير زراعية .



شكل رقم ٦ - استراتيجية التنمية العمرانية لمدينة المنصورة

وترى السياسة أن أسيوط تتمتع بمميزات تجعلها قطبا للتنمية الاجتماعية باعتبارها عاصمة غير رسمية لمناطق الاستيطان فى الوجه القبلى وإمكاناتها للوصول إلى الصحراء الغربية ، كما ترى فى قطاع قنا / نجع حمادى إمكانات للنمو تجعله بمثابة نواة للنشاط الصناعى نظرا لإمكانية الوصول منه إلى ميناء سفاجا ومناطق الموارد المعدنية فى كل من البحر الأحمر والصحراء الغربية ، كما ترى إمكانات أسوان كمركز خدمى إقليمي ومركز جنوبى للتنمية يعتمد على استخراج





شكل رقم ٨ - المخطط العام لمدينة أسوان الجديدة

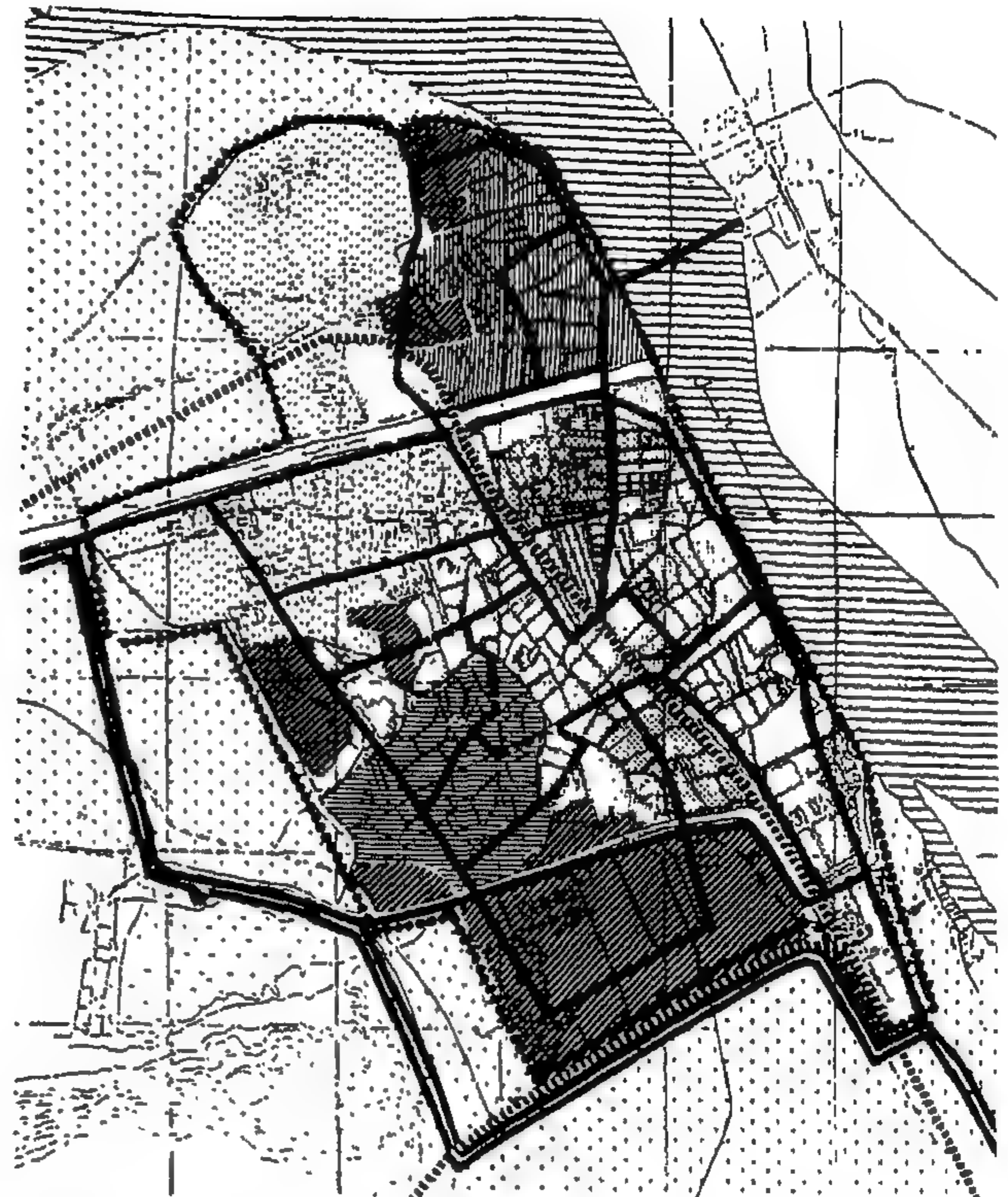
وفي أسوان تنتشر الإمدادات العشوائية على الحد الشرقي والجنوبي للمدينة ، وتعاني أغلب هذه المناطق من نقص حاد في المرافق والبنية الأساسية وعدم كفاءة الخدمات ، وبلغ عدد سكان المدينة عام ١٩٩٠ حوالي ٢١٢ ألف نسمة بمعدل زيادة سكانية ٢,٨٪ سنوياً في حين ارتفعت توقعات السياسة القومية إلى ما بين ٤,٣ - ٤,٩٪ سنوياً .

وبصفة عامة لم تتطرق الاستراتيجية المفضلة للسياسة إلى شمال الوادي ، والتي تتيح بعض عواصمه مزايا اقتصادية وموقعه لتشجيع النمو ، والتي يمكنها أن تدفع عملية التنمية في أقاليمها .

#### ٧- المناطق النائية

تري السياسة القومية للتنمية الحضرية أن المناطق النائية لن تلعب دوراً رئيسياً في استيعاب العدد المتوقع من سكان الحضر حتى عام ٢٠٠٠ ، ففرض التنمية محدوده ، والموارد الطبيعية نادره ، كما أن تكاليف الاستثمارات مرتفعة عن

أساس الانخفاض التدريجي لمعدل الهجرة للمدينة استمراراً لما حدث خلاله في عام ١٩٧٦ وحتى عام ١٩٩٠ ، بينما اقترحت دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية معدل نمو سكاني أعلى من ٤٪ سنوياً واقترحت أن يبلغ عدد سكان المدينة من ٥٥٠ - ٦٠٠ ألف نسمة عام ٢٠٠٠ .



شكل رقم ٧ - التخطيط الهيكلي لمدينة أسوان

وفي قنا ونجع حمادى تتم التنمية الحضرية بشكل عشوائي على طول الطرق الرئيسية للنقل وعلى محيط المناطق المبنية مما يسبب خسائر في الأراضي النادرة ويتم ذلك بالرغم من وجود فرص للتنمية في الصحراء ، وقد بلغت معدلات النمو السنوى للسكان في قنا ٢,٤٪ ، وفي نجع حمادى ٣,٧٪ وانخفضت في هذا عن توقعات السياسة القومية والتي تراوحت في الأولى بين ٢,٦ - ٣,٧٪ وفي الثانية من ٨,٨ - ٩,٥٪ .



بالرغم من تكديس الأنشطة والخدمات والهياكل الأساسية في المراكز الحضرية الكبرى إلا أنها لا تكفى احتياجات الأعداد المتزايدة من السكان ، فقد ترتب على زيادة النمو الحضري السريع وتركيز السكان تضخم حجم المدن ، مما كان له الأثر في ظهور المشكلات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية ، وأهمها استخدام مساحات من الأراضي الزراعية لأغراض العمران ، حيث زادت الإمدادات العشوائية خارج حدودها والتي تتم خروجاً على أى قواعد تشريعية أو تخطيطية ، وانتشار الأحياء المتخلفة وما يصاحبها من الافتقار إلى مرافق الخدمات الأساسية ، وتدهور فى مستوى البيئة وزيادة درجة التلوث البيئي .

كما أن انتشار معظم التجمعات العمرانية القائمة فى الوادى والدلتا داخل حدود الأراضي الزراعية ، وزحف النمو العمرانى على هذه الأراضي ، يستوجب البحث عن مناطق جديدة غير زراعية تلبي احتياجات النمو العمرانى للتجمعات القائمة .

من هنا كان من الضروري إعادة النظر فى الهيكل العمرانى المصرى بهدف إعادة توزيع السكان ، وتأتى أهمية إعادة التوازنات بين السكان والأرض وتحديد الحجم الأمثل للسكان الذى يمكن أن يستوعبهم كل إقليم وخلق مناطق جذب جديدة ، وتنمية الأقاليم المتخلفة فى إطار السياسة العامة للدولة فى كافة المجالات ، وأصبح الأخذ بأسلوب التخطيط الشامل على مستوياته القومى والإقليمى والمحلى ضرورة لا تحتمل التأخير .

### الاستراتيجية والسياسات المقترحة

تتمثل الملامح العامة للاستراتيجية المقترحة فى الآتى :

- تغيير الاتجاه الحالى لنمط الاستقطاب العمرانى فى الدلتا والوادى ، بتنمية واستثمار الإمكانات فى الأراضي المتاخمة التى تضم الإمكانات الطبيعية والموارد الاقتصادية ، والمساحات المتاحة للاستغلال الزراعى والتوسع الصناعى والسياحى بمحاور التنمية الرئيسيه ، وتشمل الساحل الشمالى وساحل البحر الأحمر والوادى الجديد ومنطقة بحيرة السد ومنطقة سيناء ، والتى تعتبر السبيل فى خلق منافذ لاستيعاب الزيادة السكانية . شكل (٩) .

- تحريك السكان إلى خارج الوادى والدلتا فى اتجاه المسطح

مثيلاتها فى المناطق الأخرى ، وتتوقع الدراسة أن يبلغ حجم سكان الحضر المتوقع نحو ٤٠٠ ألف نسمة ، ويستند هذا التقرير إلى افتراض إقامة مشروعات لها صفة النمو الذاتى وكذا إلى تقديرات محددة لتكاليف التنمية بهذه المناطق .

وقد توصلت دراسات التخطيط الإقليمى الجارية لسيناء والساحل الشمالى الغربى والبحر الأحمر والصحراء الغربية إلى اقتراح زيادات كبيرة فى عدد سكان تلك المناطق تصل إلى أكثر من ٣ مليون نسمة سنة ٢٠١٤ .

ففى سيناء والتى بلغ عدد سكانها ٢٧٧ ألف نسمة عام ١٩٩٤م ، وبدئ فى تنفيذ المشروع القومى للتنمية ٩٤-٢٠١٧م ، ويستهدف المشروع فى مجالات التنمية القطاعية تدعيم الإنتاج الزراعى وزيادة الرقعة الزراعية بمقدار ٧٧٢ ألف فدان ، وتدعيم الصناعة واستخدام الموارد المتاحة بالاهتمام بالسياحة العالمية والوطنية ، وتنمية الهيكل العمرانى الحالى ، بالإضافة إلى إنشاء مدن صناعية ومناطق حرة مخططة يتضمن كل منها تجمع عمرانى يستوعب ١٠٠ - ٢٠٠ ألف من السكان مع تطوير القرى لتصبح مراكز للتنمية الريفية ، وبصفة عامة يتوقع أن يصل إجمالى سكان سيناء إلى حوالى ٣,٢ مليون نسمة عام ٢٠١٧م .

ونرى فى المناطق النائية أنها مراكز هامة للتنمية القومية لتحقيق التوازن السكانى فى مصر ، تعتمد تنميتها على رفع كفاءة شبكات البنية الأساسية وتقوية عناصر الربط والاتصال بينها وكل من الوادى والدلتا ، ويمكن إعداد وتدعيم مدنها لتكون مراكز رئيسية للجذب الحضرى .

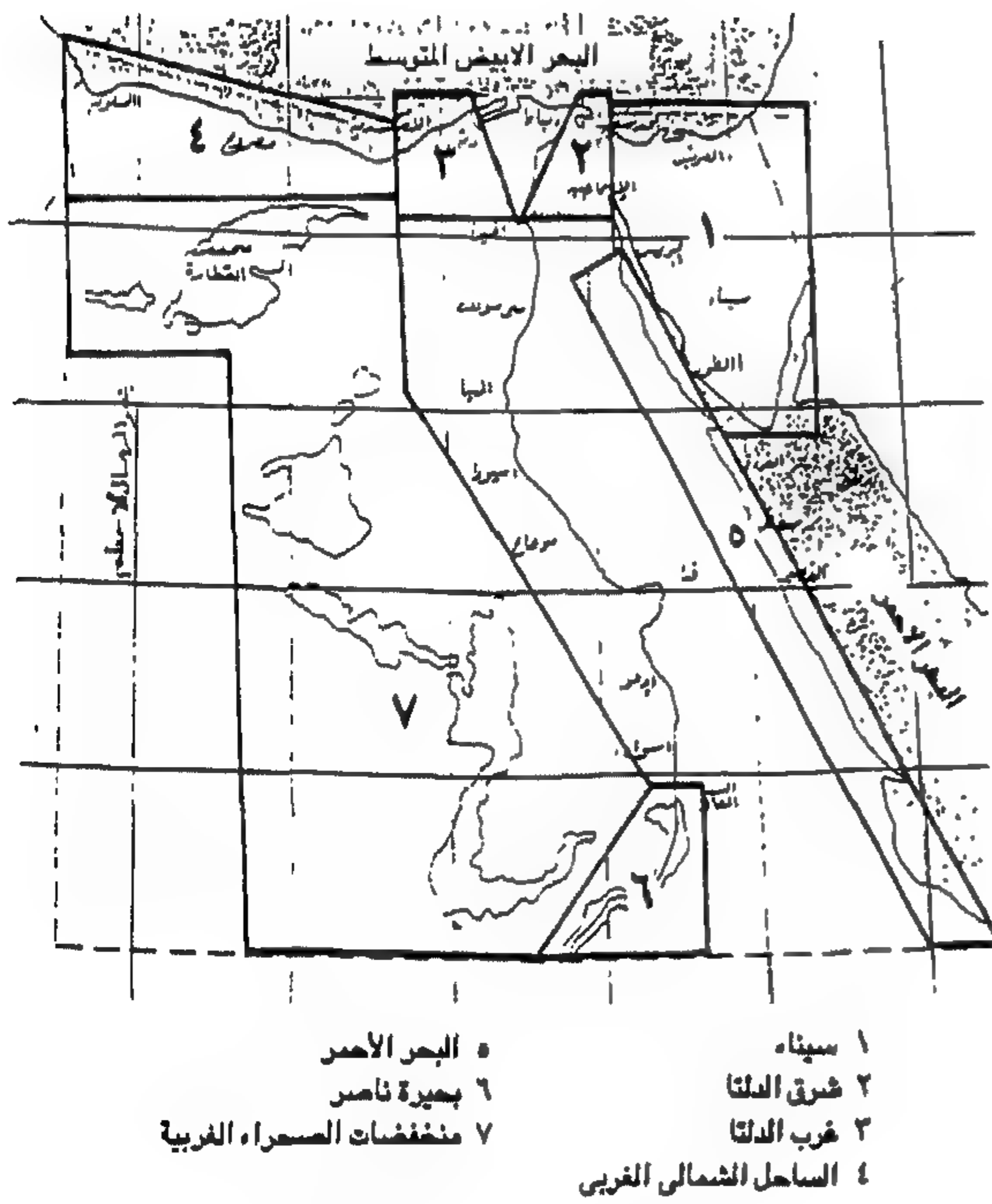
### أهمية تحقيق التوازن السكانى والمكانى

تشير نتائج دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية أنها اعتمدت فى جوهرها على توزيع النسبة الغالبة من الزيادة السكانية فى مراكز العمرانية الحالية والمناطق المتاخمة لها دون تغير يذكر فى نمط التوزيع السكانى ، والذى يجب أن يستهدف تغيير اتجاه النمط الحالى للاستقطاب العمرانى بتحريك السكان إلى مناطق التنمية خارج الوادى والدلتا وفى علاقة تكاملية معه .

وتكشف دراسة وتحليل الوضع العمرانى الحالى ، أنه

المستوى الإقليمي مع المراكز العمرانية القائمة والمتاخمة لمواقعها .

٤- التركيز على استثمار الإمكانات القائمة في المدن الهامشية الواقعة في نطاق صحراوي أو قريبة منه ، والتي تتوفر فيها المقومات الأساسية لإحداث عمليات التنمية الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية ، والمتمثلة في محافظات الشرقية والدقهلية والبحيرة ، وفي مصر الوسطى والعليا على الضفة الشرقية لنهر النيل في بنى سويف والمنيا وأسيوط وسوهاج وقنا وأسوان ، والتي بدأ فيها من خلال المدن الجديدة والتي تقع في هذا النطاق (المدن التوأم) .



شكل رقم ٩ - مناطق التنمية الرئيسية في مصر

### الخلاصة :

يتضح من البحث تبني السياسة القومية للتنمية الحضرية لاستراتيجية ترمى إلى زيادة التركيز السكاني في القاهرة والإسكندرية ، مع رفع النمو العمراني في بعض عواصم المحافظات مثل طنطا والمنصورة والتي تقع في إطار يتعارض مع هدف الحفاظ على الأراضي الزراعية ، خلافا للمدن المختارة للتركيز على النمو في مدن السويس والاسماعيلية وبور سعيد

الممكن تعميره بمناطق التنمية ، وإعادة توزيعهم بين المناطق العمرانية في إطار الموارد الكامنة والقدرة الاستيعابية لكل إقليم بقصد خلق توازن بين السكان والأرض ، وما يترتب عليه من تحقيق التوازن في النسق العمراني .

وتحدد السياسات العامة المصاحبة في الآتي :

١- تنمية مناطق يمكن اختيارها كأقطاب نمو بمحاور التنمية :

- منطقة قناة السويس ، ومناطق الغردقة وسفاجا والقصر من ساحل البحر الأحمر ، ويتركز تعميرها على الاستغلال السياحي واستغلال الثروة المائية والتوقعات البترولية .

- مناطق الساحل الشمالى الغربى والعامرية ومريوط وشمال الدلتا وسهل الصالحية وقطاع العريش على الساحل الشمالى ، وتعتمد على تنمية القطاعات الفرعية المتمثلة في السياحة الداخلية وتدعيم وتنمية الأنشطة الزراعية المتاحة وتوطين الأنشطة الصناعية .

- مناطق الوادى الجديد وبحيرة السد العالى وسيناء وتتضمن تنمية الأنشطة الزراعية واستغلال الموارد والإمكانات الذاتية الطبيعية .

٢- إعادة تخطيط وتنمية التجمعات العمرانية القائمة من مدن وقرى ، من حيث وظيفتها وإمكاناتها وأهميتها وقدرتها الاستيعابية حسب الخطة الإقليمية وفي إطار السياسة العامة للخطة القومية ، بما يحقق أفضل استخدام عمراني وتحسين بيئتها المحلية وتحديد دورها وحجمها وإمكانات توسعاتها العمرانية داخل حدودها ، بما يتفق ومساحتها ومواردها وفرص العمل المقترحة والممكنه ، وبما يحقق إعادة التوازن بين أحجامها .

٣- التركيز على دفع عجلة التنمية بالمدن الجديدة الواقعة على الأراضي الصحراوية المتاخمة للوادي وحول الدلتا ، واستثمار الإمكانات القائمة في بعضها والمتمثلة في القاعدة الاقتصادية وشبكات البنية الأساسية والإسكان ، مما يجعل منها مناطق أكثر جذبا ، وذلك بمنح الامتيازات المناسبة والحوافز المشجعة للإقبال عليها والاهتمام بسياسات التصرف في أراضيها ، والتنسيق والربط على



وخلق محاور للتنمية ، مع مراعاة :

- الأخذ بأسلوب التخطيط على مستوياته ، ففي إطار السياسة القومية تعد تخطيطات شاملة عمرانيا واجتماعيا واقتصاديا للأقاليم التخطيطية ، تحدد المراكز الحضرية التي يسمح لها بالنمو ، وتنظم حركة العمران داخل الأقاليم عن طريق خلق مناطق جذب حضارية جديدة تساعد على الحد من الهجرة إلى المدن الكبرى .

- تحقيق الاستراتيجية المنشودة يتم من خلال مراحل متدرجة متناسقة في إطار خطط قومية لجميع قطاعات الدولة ، وتحت إشراف جهاز قومي علمي وما يتبعه من أجهزة تخطيطية متابعة التنفيذ وتحقيق الأهداف .

- تكون الأولويات في عمليات التنمية خارج الوادي والدلتا في الأراضي الصحراوية الملاصقة للأراضي الزراعية ، وللمدن التوائم في الوادي ، ومدن قناة السويس وبحيرة السد العالي، ومنخفض القطارة .

- عدم إنشاء المشروعات والوظائف الصناعية الجديدة في المدن الكبرى ، مقابل تقوية القاعدة الاقتصادية بالمناطق الجديدة ، بالإضافة إلى وضع سياسة عامة تعيد توزيع أجهزة الدولة ومرافقها ومؤسساتها على المدن العواصم ومناطق التنمية الرئيسية بحسب خطة مدروسة موقوته ، مما يساعد على تحريك السكان وإعادة توزيعهم .

- حماية الأراضي الزراعية ، بالجديدة في تنفيذ القوانين والتشريعات لحماية ومتابعة الالتزام بالتشريعات المنظمة للعمران وتحديثها حتى يمكن تطبيقها لتصحيح النمو غير المخطط للتجمعات العمرانية القائمة .

في منطقة القناة ، بالإضافة إلى مدن أسيوط وقنا ونجع حمادى وأسوان في الوجه القبلى ، والتي تتطلب خلق حوافز لتشجيع النمو الاقتصادي ودعم زياداتها السكانية خلال فترة التخطيط ، مما يشير إلى استمرارية النمط الحالى للاستقطاب العمرانى في الدلتا والوادي ، والواقع الغير مستزن لتوزيع السكان على المساحة المعمورة والمسطح المصرى .

وأوضح البحث أن مدى الاستفادة من المخططات العمرانية التي يتم إعدادها محدود ، باستثناء القاهرة التي يتم فيها تنفيذ بعض مشروعات الإسكان والنقل والمواصلات لتخفيف حدة مشاكلها ، كما يتضح استمرارية انخفاض الأوضاع العمرانية الحضارية في التجمعات المختاره .

وعليه أصبح من الضروري تغيير اتجاه النمط الحالى للاستقطاب العمرانى بالدلتا والوادي ، ذلك بالتركيز على تنمية وتطوير المناطق الجديدة التي تتوافر فيها بعض الموارد الاقتصادية لتصبح أقطاب للنمو ، تخفف من ضغط الهجرة المستمرة إلى إقليمى القاهرة والإسكندرية ، وتساعد على توسيع قاعدة حركة السكان والأنشطة للخروج من القاهرة والإسكندرية ، وتساعد على توسيع قاعدة حركة السكان والأنشطة للخروج من نقطة التمرکز الحاليه .

كما يستلزم الأمر المبادرة بإعادة تخطيط وتنمية التجمعات العمرانية القائمة ، وإعادة التوازن بين أحجامها وتقسيمها في إطار دراسة تفصيلية حسب المتطلبات الإقليمية ، على أن يتوفر بكل إقليم قاعدة حضارية اقتصادية فعالة في إطار سياسات التخطيط القومى ، والتي تختص برسم السياسة العامة لعمليات التنمية العمرانية والاجتماعية والاقتصادية وإعادة توزيع السكان على الأقاليم ، بهدف تخفيف الضغط على الوادي والدلتا

جدول رقم ٢- المقترحات السكانية للمدن في دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية والمخططات الرئيسية ، والوضع الراهن .

المدن	عدد السكان ١٩٧٦ م	عدد السكان المقترح بالسياسة القومية ٢٠٠٠ م	معدل النمو السنوى %	عدد السكان بالمخططات الرئيسية المعدة	عدد السكان ١٩٨٦ م	معدل النمو السنوى %	عدد السكان المتوقع ٢٠٠٠ م
السويس	١٩٠,٢	٨٥٠-٧٥٠	٦,٤-٥,٨	٩٨٨	٣٢٦,٨	٥,٦	٧٠٠,٠
الاسماعيلية	١٤٧,٠	٥٠٠-٤٠٠	٤,١-٣,١	٥٦٠	٨٢١٢,٦	٣,٧	٣٥٣,٦
بور سعيد	٢٦٢,٦	٦٥٠-٥٥٠	٣,٨-٣,١	٧٥٠	٣٩٩	٤,٣	٧٢٠,٨
طنطا	٢٨٥,٠	٥٧٥	٢,٩٦	٤٥٠	٣٣٤,٥	١,٦	٤١٧,٠
المنصورة	٢٥٩,٠	٥٥٠	٣,١٨	٤٦٩	٣١٦,٨	٢,٠	٤١٨,٠
اسيوط	٢١٣,٩	٦٠٠-٥٥٠	٤,٤-٤,١	٤٩٧	٢٧٣,٢	٢,٥	٣٨٦,٠
نجع حمادى	١٩,٨	١٧٥-١٥٠	٩,٥-٨,٨	-	٢٨,٥	٣,٧	٤٧,٤
قنا	٩٣,٨	٢٢٥-١٧٥	٣,٧-٢,٦	٢٣٠	١١٩,٨	٢,٤	١٦٧,٠
أسوان	١٤٤,٤	٤٥٠-٤٠٠	٤,٩-٤,٣	٢٨٠	١٩١,٥	٢,٨	٢٨٢,٠

جدول رقم ٣- توزيع سكان الحضر المتوقع في السياسة القومية للتنمية الحضرية والوضع الحالى عام ١٩٩٤ م

منطقة الاستيطان	تعداد ١٩٧٦ بالآلاف نسمة	السياسة القومية للتنمية الحضرية		الوضع الراهن	
		التعداد المتوقع لسكان الحضر ٢٠٠٠	معدل النمو المتوقع ٨٥ - ٢٠٠٠	تعداد سكان الحضر ١٩٩٤ بالآلاف	معدل النمو السنوى ٨٦-١٩٩٤
إقليم القاهرة	٦٨٤٣	١٦٥٠٠	٣,٦٠	١١٨٠٠	٣,٩
إقليم الإسكندرية	٢٣١٩	٥٥٠٠	٤,٠٣	٣٣٨٢	١,٩
القناة	٦٣٠	٢٠٨٩	٤,٤٨	١١٧٧	٢,٩
الدلتا	٣٦٦٨	٦٩٥٢	٢,٢٣	٦٥٢٩	٢,٣
شمال الوجه القبلى	٩٨٣	١٨٢١	٤,٥٣	١٥٧٩	٢,٨
جنوب الوجه القبلى	١٤٨٨	٣٧١٨	٣,٦٩	٢٦٢٢	٣,٥
المناطق النائية	١٥١,٨	٤٠٠	٣,١٦	٣٩٦	٢,٣
الإجمالى	١٦٠٨٢	٣٧٠٠٠	٣,٣٧	٢٧٤٨٥	٣,٩



## المراجع :

- بادكو انك بالاشتراك مع جماعة المهندسين الاستشاريين - دراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية - التقرير النهائى ١٩٨٢ م .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - "إقليم القاهرة الكبرى" - تخطيط التنمية الحضرية حتى عام ٢٠٠٠ - الملخص التنفيذى للتخطيط الهيكلى .
- وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة - " التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة والإسكان والمرافق فى مصر عام ١٩٩٣ م "
- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء - " التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت " - القاهرة ١٩٨٦ م .
- جامعة الإسكندرية - " التخطيط الشامل لمحافظة الإسكندرية عام ٢٠٠٥ " - الإسكندرية ١٩٨٤ م .
- شعبة التخطيط العمرانى - ندوة كفاءة إدارة المدن الكبرى - مجلة جمعية المهندسين - العدد الأول ١٩٨٧ م .
- معهد التخطيط القومى - ندوة التوسع الحضرى - التجمعات العمرانية الجديدة حول القاهرة - القاهرة ١٩٨٨ م .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - المؤتمر القومى للمشكلة السكانية - " خريطة مصر السكانية " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - " التخطيط الهيكلى لمدينة طنطا " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - " التخطيط العام لمدينتى المنصورة وطلخا " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى باشتراك الوكالة الألمانية للتعاون الفنى - " التخطيط الهيكلى لمدينة أسيوط حتى عام ٢٠٠٥ " .
- الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - التخطيط العام لمدينة أسوان الجديدة - التقرير الثانى - مايو ١٩٩٣ م .





## REFERENCES

1. *El-Hisse, M. and M. Fournier (1988), Fruits Solar Dryer Modelling, Emergex 88, Libya, 8, 1-11.*
2. *Ben Mabrouk, S., S. Azzouz and A. Belghith (1990), Development of Drying of Agricultural Products. Proceedings of the 1st World Renewable Energy Congress, Reading, UK, 958-963.*
3. *ASHRAE (1985), Handbook of Fundamentals, Atlanta.*
4. *Garg, H.B. and S. Sharma (1990), Mathematical Modelling and Experimental Evaluation of a Natural Convection Solar Dryer. Proceedings of the 1st World Renewable Energy Congress, Reading, UK, 904-908.*
5. *Lof, G.O.G. and R.W. Hawley (1948), Unsteady State Transfer between Air and Loose Solids. Ind. Eng. Ch., 40, 1061-1070.*
6. *V.S. Patankar, V.S. (1980), Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. McGraw-Hill Book Company.*
7. *Khattab, N.M. (1995), Optimization of the Drying Process in a Batch Dryer. Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. 34, No. 2, 35-41.*
8. *Khattab, N.M. (1995), Evaluation of All Year Round Agricultural Solar Dryer, Proceedings of El-Azhar Engineering Fourth International Conference, Cairo, Egypt.*

dryer as well as drying time and energy consumed for drying each fruit are calculated and shown in Table 5. Although the loading of the constant area dryer is higher as its volume is bigger and drying time is shorter than 80 dryer, yet the energy needed to dry one kg of wet product is higher in the first case as it clearly appears in Table 5. About 23% saving in energy is obtained when using the 80 dryer besides 12.5% saving in materials when using this dryer.

Table 5 - Comparison between constant area dryer and 80 dryer

Dryer	Constant area dryer			80 dryer		
	Figs	Apricots	Prunes	Figs	Apricots	Prunes
Wet product, kg.	45.38	41.50	40.50	38.90	34.90	34.00
Drying time, hrs.	4.91	10.68	11.60	12.90	29.60	34.60
Energy needed, kWh	257.80	607.40	710.50	169.30	388.50	454.00
Energy needed for drying 1 kg of wet product, kWh	5.68	14.63	17.54	4.35	11.13	13.35
Percentage saving in energy/kg				23.4%	23.8%	23.1%

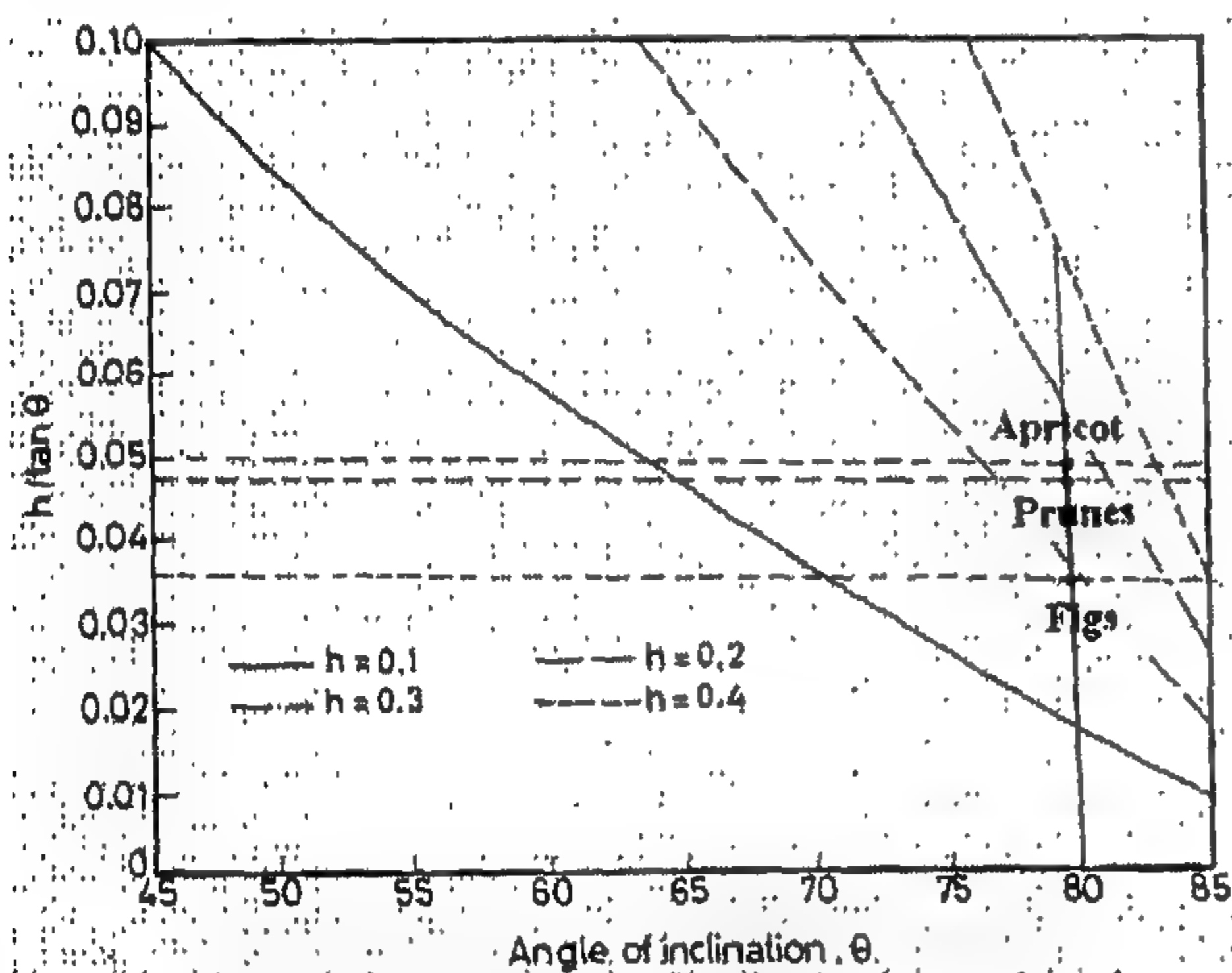


Fig. 6 - Design curve, angle of inclination  $\theta$  versus  $h/\tan \theta$ .

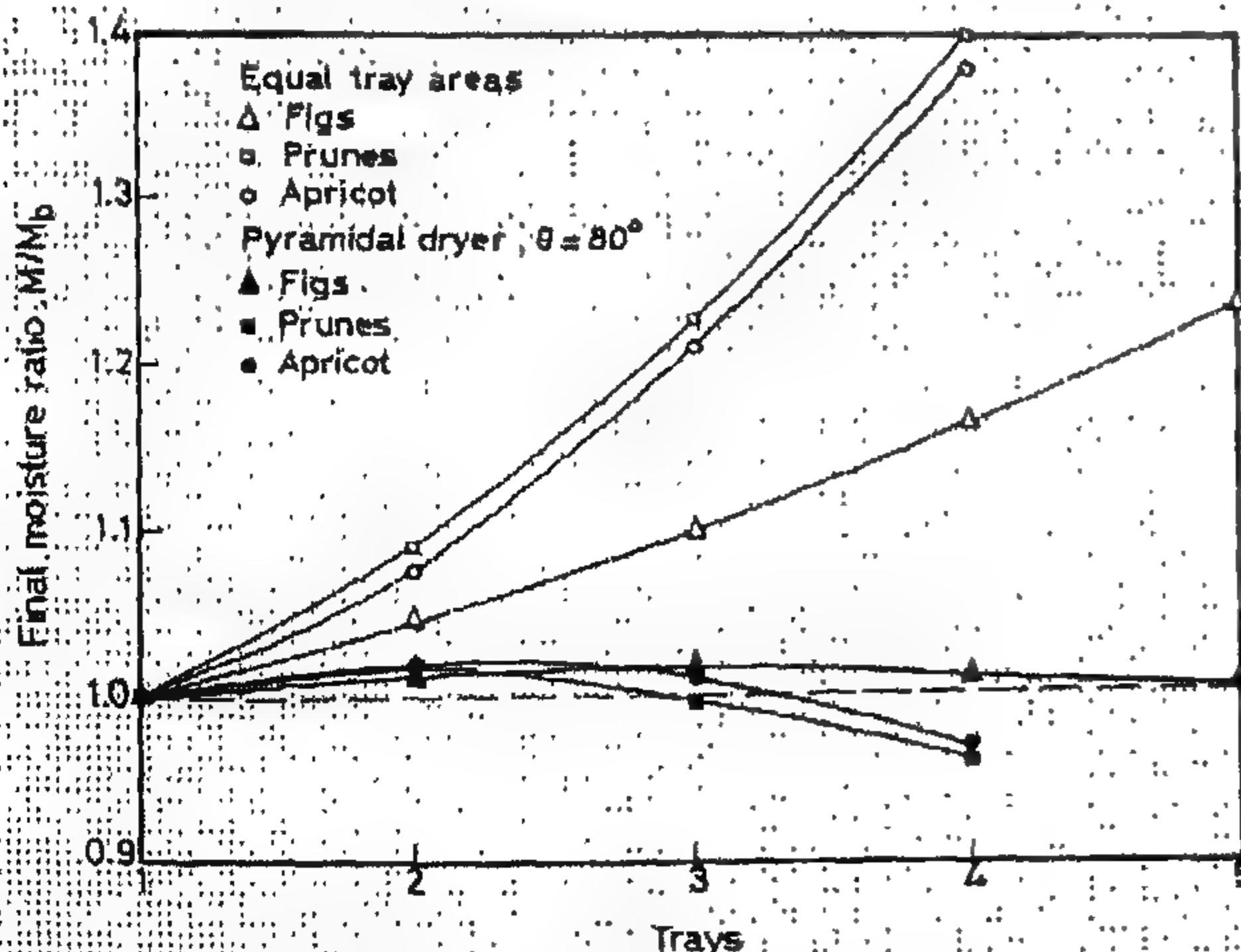


Fig. 7 - Final moisture ratio of Figs, Prunes, and Apricots for different trays. 1- Equal tray areas 2- Pyramidal dryer,  $\theta = 80^\circ$ .

## CONCLUSION

A multi-tray dryer design based on uniform drying rate of product is proposed. The drying rate is controlled by varying the cross-sectional area of the dryer and hence tray areas as it goes up. These areas are obtained through the solution of transient equations governing heat and mass transfer for air and product inside the dryer. The corresponding design parameters of the dryer are correlated to those areas through the inclination of the dryer walls  $\theta$  and the distance between trays  $h$ . This correlation leads to a dryer of irregular shape. In order to have an easy-to-construct dryer, a regular shape dryer is proposed by averaging the values of  $\theta$  and  $h$  and consider them constant for all trays. So a pyramidal dryer characterized by a constant value of  $h/\tan \theta$  is found to be suitable for a specific product. Consequently, a dryer used for many kinds of products could be designed once the values of  $h/\tan \theta$  are determined for these products with the aid of the design curve. This dryer does not only produce good quality dried fruits, but also realizes more savings in consumed energy and material than a constant area dryer.

## NOMENCLATURE

- $A_b$  Dryer base area,  $m^2$
- $A_t$  Tray area,  $m^2$
- $C_a$  Specific heat of air,  $kJ/kg.K$
- $C_d$  Specific heat of dryer material,  $kJ/kg.K$
- $C_p$  Specific heat of product,  $kJ/kg.K$
- $C_w$  Specific heat of water,  $kJ/kg.K$
- $D_p$  Fruit diameter,  $m$
- $G$  Mass flow rate,  $kg/s$
- $h$  Distance between trays,  $m$
- $h_v$  Heat transfer coefficient between air and product,  $W/m^2.K$
- $k_a$  Thermal conductivity of air,  $W/m.K$
- $L$  Latent heat of evaporation,  $kJ/kg$
- $M$  Average moisture content (d.b.),  $kg\text{ water}/kg\text{ dry matter}$
- $M_e$  Equilibrium moisture content
- $t_a$  Air temperature,  $^\circ C$
- $t_p$  Product temperature,  $^\circ C$
- $v_a$  Air velocity,  $m/s$
- $W_a$  Specific humidity of air,  $kg\text{ water}/kg\text{ dry air}$

## Greek Letters:

- $\epsilon$  Void fraction of air
- $\epsilon_p$  Volume ratio of product
- $\theta$  Angle of inclination of the dryer walls
- $\rho_a$  Air density,  $kg/m^3$
- $\rho_d$  Dryer material density,  $kg/m^3$
- $\rho_p$  Product density,  $kg/m^3$
- $\tau$  Time,  $s$
- $\mu$  Viscosity of air,  $kg/m.s$
- $\sigma$  Schmidt number



Table 3 - Angle of wall inclination for equal tray distance

h	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta$ average	$h/\tan \theta$ average
h = 0.1	65.06	70.45	72.77	77.04	71.33	0.0339
h = 0.2	76.90	79.93	81.18	83.44	80.36	0.0339
h = 0.3	81.19	83.25	84.10	85.61	83.53	0.0340
h = 0.4	83.37	84.92	85.56	86.70	85.14	0.0340

Table 4 - Distance between trays for equal angle of wall inclination

	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h$ average	$h$ average / $\tan \theta$
$\theta = 65$	0.099	0.0760	0.0660	0.049	0.0727	0.03397
$\theta = 70$	0.128	0.0975	0.0850	0.063	0.0930	0.03396
$\theta = 75$	0.174	0.1320	0.1157	0.086	0.1270	0.03392
$\theta = 80$	0.263	0.2010	0.1760	0.130	0.1930	0.03394
$\theta = 85$	0.531	0.4050	0.3590	0.263	0.3880	0.03394

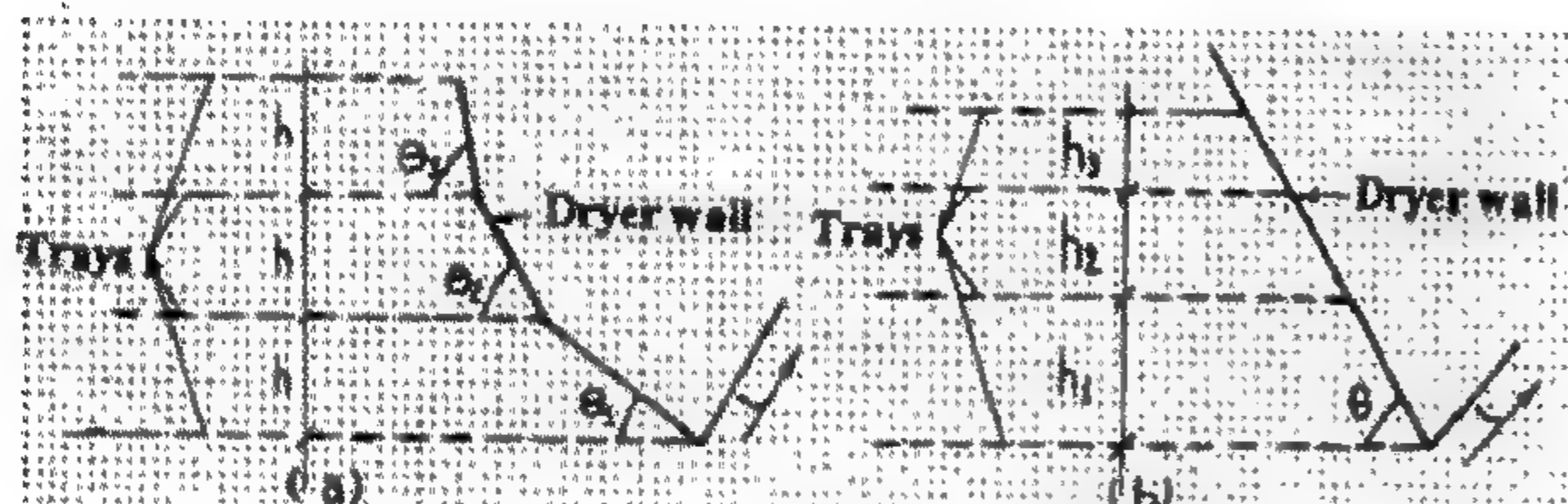


Fig. 4 - Dryer configuration.

In order to simplify the manufacturing of the dryer, the following two assumptions may be used:

For case (1), a wall of constant inclination  $q$  equals the average value of the obtained angles in Table 3 for all trays are used, while keeping the distance between trays constant.

For case (2) an average value of the distances between trays for all trays in Table 4 is used, while keeping the angle of inclination of the walls constant. The maximum percent of non uniformity of products obtained from approximation is about 2.25 to 2.75% in the two cases. The low values of non-uniformity in both cases show that average values of either  $q$  and  $h$  could be used successfully in designing the dryer. This approximation leads to dryer of pyramidal shape characterized by a constant value of  $h/\tan \theta$ . So a number of compatible dryers with different values of  $h$  and  $\theta$  could be used for the same product.

#### Experimental verification

Keeping the necessary condition for Figs uniformity ( $h/\tan \theta = 0.034$ ), a well insulated dryer of pyramidal shape with 80 angle of inclination, 0.2 m distance between trays and base area =  $1 \times 1 \text{ m}^2$  was fabricated. Air is heated

by electric heaters and its temperature is electrically controlled. Electric fan was used to draw the air; its humidity is controlled by forcing it to flow through wet material. Number of trays and loading of each tray are obtained from the simulation results for the air conditions in Table 1, used in the experiment. The experimental results concerning moisture content variation during drying for each tray are found to be in good agreement with the analytical calculations, Fig. 5.

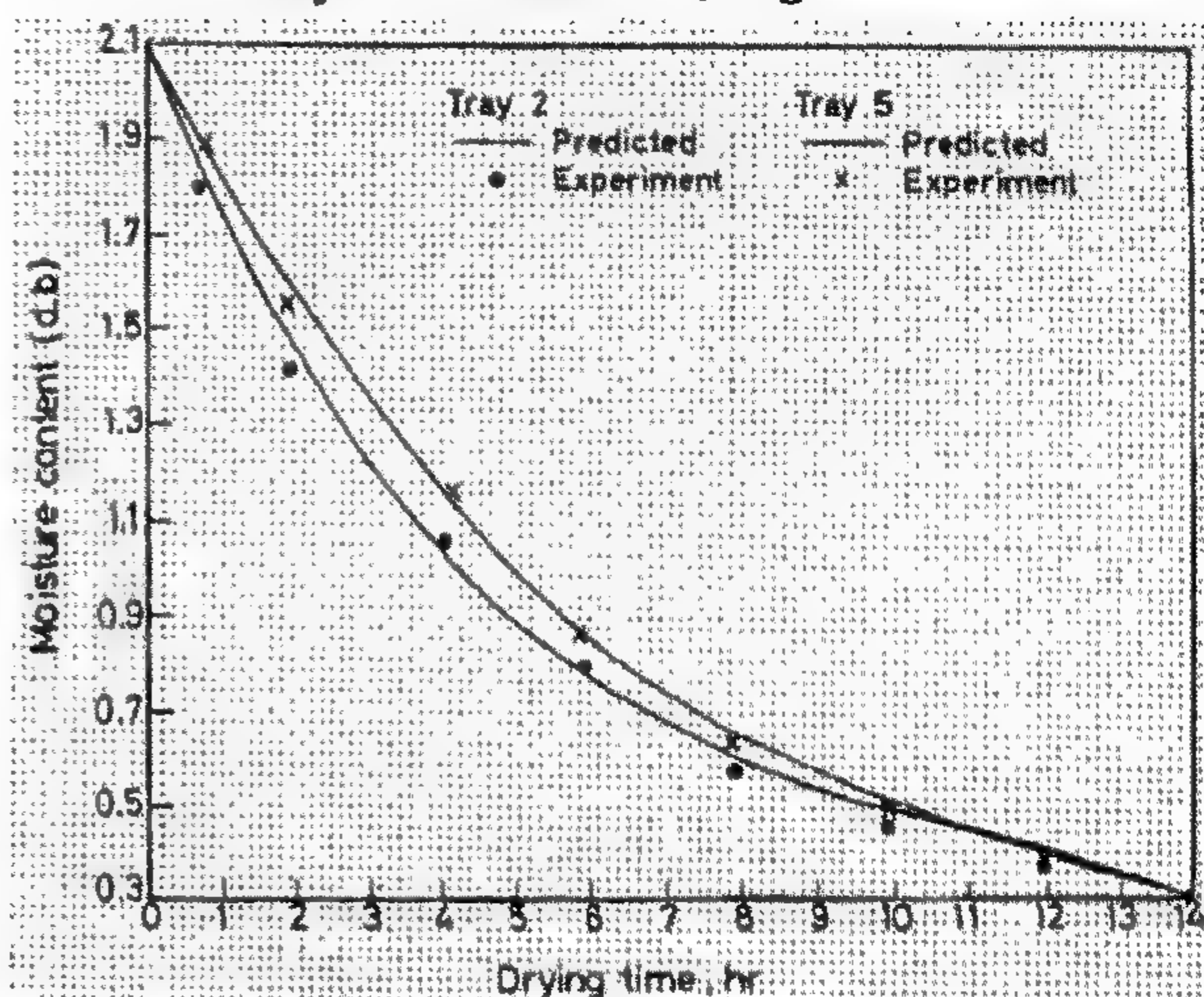


Fig. 5 - Variation of moisture content of Figs for different trays during drying.

#### General fruit dryer

The above procedures lead to design a dryer suitable for drying only one kind of fruit. However, it is more practical to construct a dryer of common agricultural use. Following the same procedures the approximate value of the design parameter  $h/\tan \theta$  for Prunes and Apricots obtained by using their drying constants  $k$  is shown in Table 1. The set of tray areas obtained for each fruit is shown in Table 2 through which the values of  $h/\tan \theta$  are obtained and found to be 0.05 and 0.0478 for Prunes and Apricots respectively. By plotting the design curve of  $h/\tan \theta$  versus  $\theta$  for different values of  $h$  in Fig. 6, one can find the range of  $\theta$  and  $h$  that can realize the condition of  $h/\tan \theta$  of each product. Suitable parameters are selected from that figure to construct a dryer that can be used for drying of those fruits at reasonable quality. So from figure 6, a dryer of  $\theta$  equal 80 can be used for those fruits but with different values of  $h$  (0.2, 0.3 and 0.3 m for Figs, Prunes and Apricots respectively). The uniformity of the final product moisture content obtained from this dryer and from a dryer with constant cross-sectional areas is shown in Fig. 7. This figure shows that using a dryer with 80 degrees angle of inclination helps to obtain a product with moisture ratio not less than 96% for different trays at a given flow rate, while this ratio reaches 60% for dryer of constant area. It is found that to obtain the same uniformity (about 95%) from the constant area dryer, more energy is to be paid by blowing large quantities of hot air through this dryer. Maximum dryer loading for each



decreases, so the air temperatures coming out from the trays will increase and so will do the value of  $k$ . To keep  $k$  constant, the area of the trays are to be increased, thus reducing the air velocity and introducing more product for the air to dry, i.e. absorbing more heat from the air. Areas increased asymptotically to be almost equal base area at last stages of drying. Equations 1-5 are also used to study the effect of distance between trays  $h$  on the tray areas. From figure 2, it is evident that distance between tray levels has no remarkable effect on the conditions of the air between trays, and hence the results given in figure 1 may be used for any value of  $h$ . Seven sets of tray areas selected at different times are tried for the best performance. For each set, the drying process is simulated and solved, where the final moisture content  $M$  for each tray relative to the base tray equilibrium moisture content  $M_b$  is drawn in Fig. 3. Since  $M/M_b > 1$  means under drying of subsequent trays while  $M/M_b < 1$  means over drying of the product, the set of areas that makes  $M/M_b$  close to unity for all trays gives the best performance of the dryer. Those areas relative to the base area are shown in Table 2.

Table 2 - Calculated tray areas  $m^2$  for best product uniformity

Fruit	Base tray	2nd tray	3rd tray	4th tray	5th tray
Figs	1	0.907	0.836	0.774	0.728
Prunes	1	0.873	0.784	0.701	
Apricot	1	0.891	0.810	0.729	

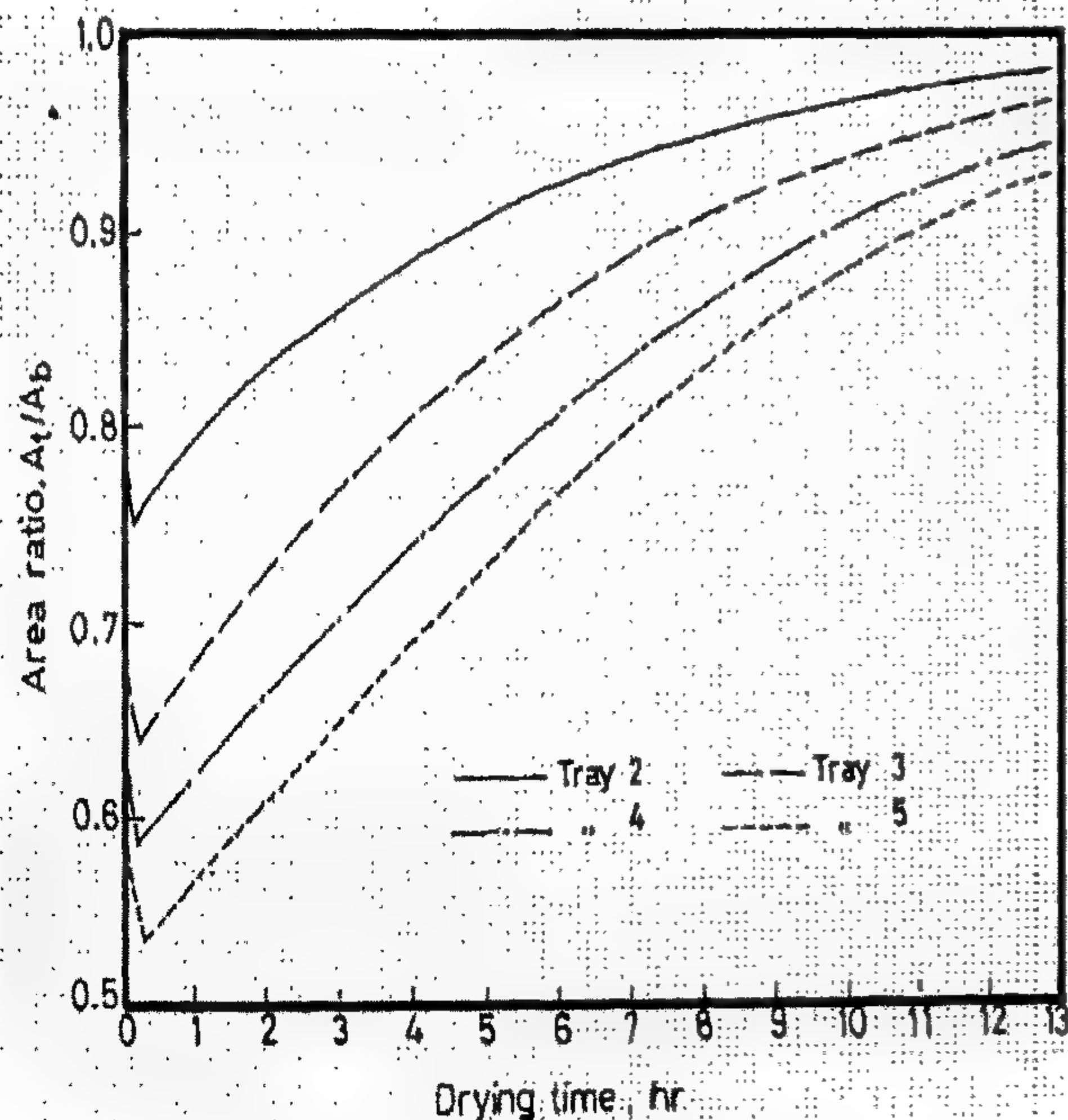


Fig. 1 - Variation of the areas of the trays at different drying times.

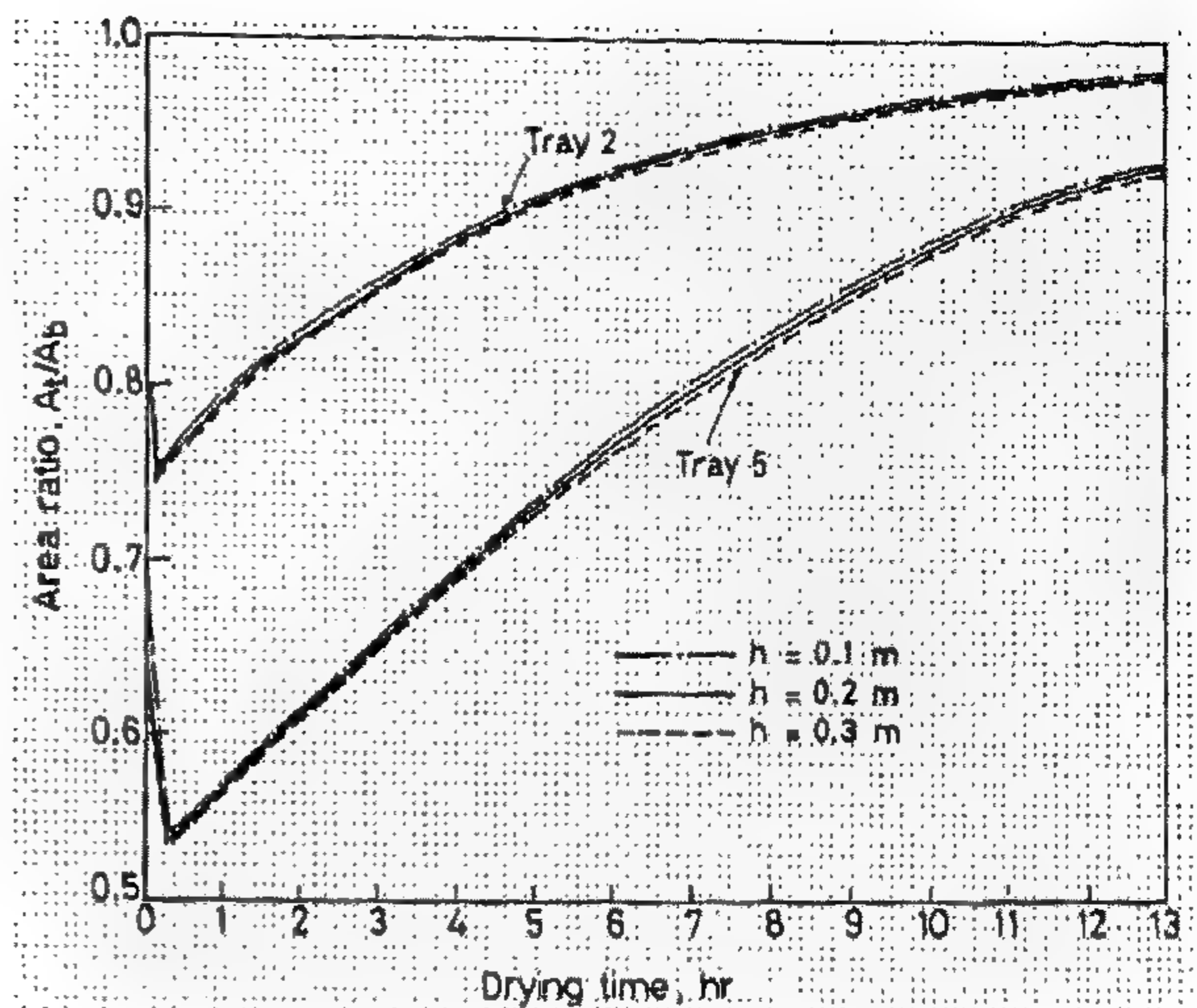


Fig. 2 - Variation of the areas of the trays for different distances between trays during drying.

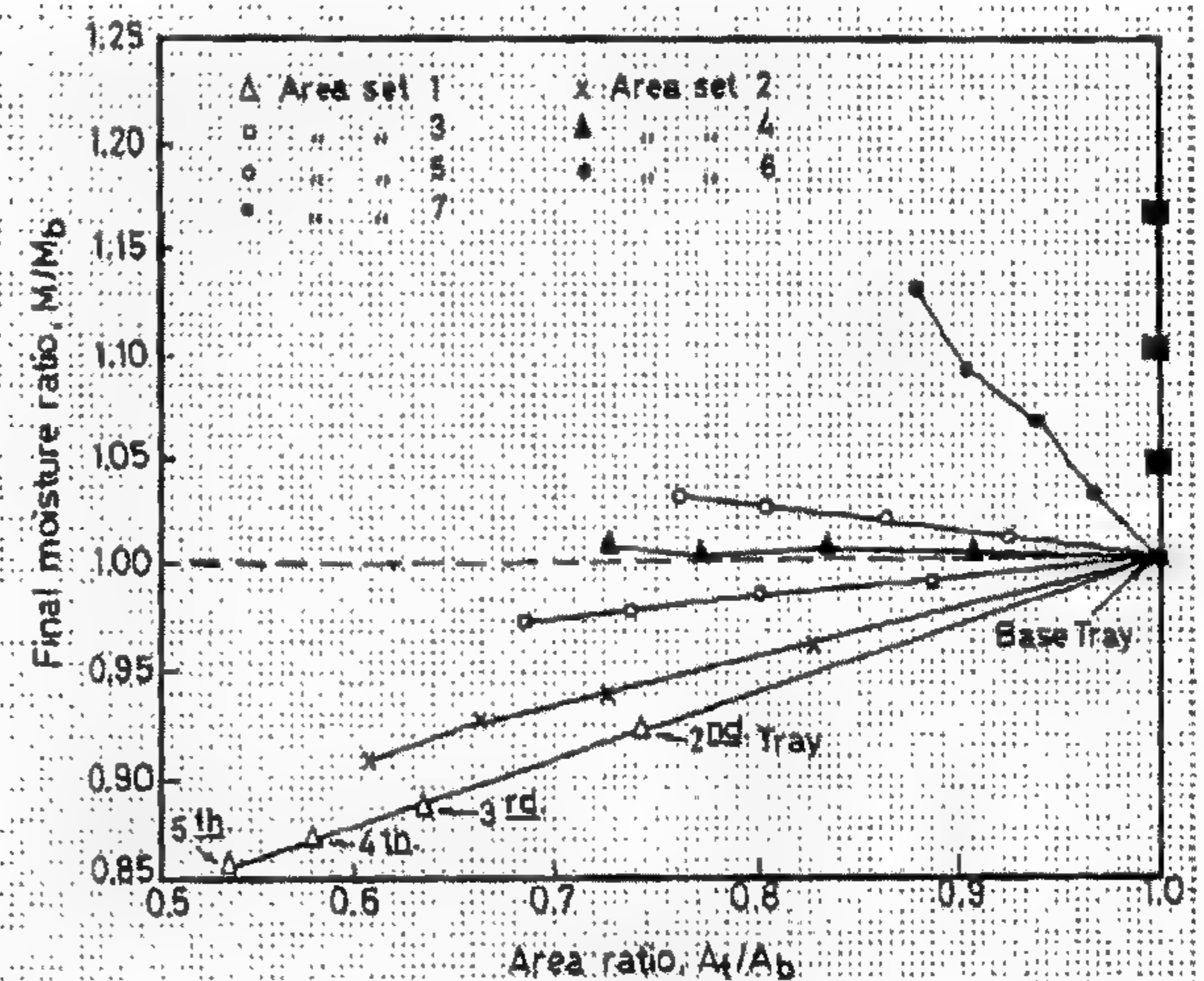


Fig. 3 - Final moisture ratio for different tray sets.

### DRYER SHAPE AND DIMENSIONS

To get the dryer dimensions, the set of areas of trays obtained are related to the area of base tray as a function of angle of inclination  $q$  of the dryer walls and distance between trays  $h$  by one of the following relations:

1- By fixing the distance between trays,  $h$  and varying  $\theta$ , Fig 4-a:

$$\begin{aligned} A_{12} &= A_b - (21 \times h / \tan \theta 1) \\ A_{13} &= A_b - 21 \times (h / \tan \theta 1 + h / \tan \theta 2) \\ A_{14} &= A_b - 21 \times (h / \tan \theta 1 + h / \tan \theta 2 + h / \tan \theta 3) \\ A_{15} &= \dots \text{ and so on.} \end{aligned} \quad (6)$$

Results obtained are shown in Table 3.

2- By fixing the value of  $q$  and varying  $h$  Fig 4-b:

$$\begin{aligned} A_{12} &= A_b - 21 \times h_1 / \tan \theta \\ A_{13} &= A_b - 21 \times (h_1 + h_2) / \tan \theta \\ A_{14} &= A_b - 21 \times (h_1 + h_2 + h_3) / \tan \theta \text{ and so on.} \end{aligned} \quad (7)$$

Results obtained are shown in Table 4.



constant during drying, the velocity of air increases with the height, thus compensating the decrease of  $k$  resulting from decrease in air temperature and increases in its humidity. However, as the drying conditions change with time, the areas of the trays also must be changed with time. This condition cannot be realized in practice and so the following approximate approach is suggested:

1. The whole drying period is divided into time intervals, during which the drying condition of the product is assumed constant.
2. During each interval, a mathematical model governing drying process inside the dryer is solved and the areas of different trays ensuring equal drying rates are determined.
3. As the drying conditions are changed as we move to the second interval, a new set of trays areas are similarly obtained by keeping the value of  $k$  as before. These procedures are repeated till the end of the drying period (when moisture content of the base tray reached its equilibrium with drying air).
4. The curves representing the area variation for each tray with time are used to determine the best set of trays areas. This could be done as follows:

A selection of the obtained sets of areas are to be tried in the solution, the one that gives the best dryer performance is to be chosen. The selection of the sets to be tried are based on engineering judgement, while the performance is judged by the maximum ratio of the final moisture content of the products at different trays and that of the base.

## APPLICATION OF THE METHOD

As an application of the proposed method, the design of a dryer for one kind of fruit is studied. The study comprises determination of trays areas and consequently the dryer shape and dimensions, experimental verification of the method and finally a method of obtaining a dryer that can be used for other products and fulfilling the requirements of uniformity are also studied.

## DETERMINATION OF THE TRAYS AREA

The design of a dryer used for Figs as a source of fruit is studied by solving the transient equations of simultaneous heat and mass transfer for air and Figs under the following assumptions:

- Well insulated dryer with equal distance between trays levels.
- For any given tray, the air temperature, humidity and flow rate are homogeneous and uniform before and after the tray.
- Spherical shaped fruits are spread in one layer with void fraction  $\varepsilon = 0.5$  for air and consequently  $\varepsilon_p$  for product =  $1 - \varepsilon$ . The exchange surface area between air and fruit remains constant.

- All fruits on a given tray are at the same temperature and their initial moisture contents are identical.

The heat balance equation for the flow of air inside the dryer in  $z$ -direction is:

$$(\rho_a C + \rho_d C_d) \delta t_a / \delta \tau + (\rho_a C v_a) \delta t_a / \delta z = k_a \delta^2 t_a / \delta z^2 - [h_v(t_a - t_p) + \varepsilon_p \rho_p C_w(t_a - t_p)] / \varepsilon \quad (3)$$

where:  $C = C_a + W_a C_w$  and  $h_v$  is the volumetric heat transfer coefficient given by Lof and Hawley [1948] as:

$$h_v = 650 (G/D_p)^{0.7}$$

Whereas the heat balance equation for the product temperature to be dried may be written as:

$$(\rho_p (C_p + M C_w)) \delta t_p / \delta t = h_v(t_a - t_p) / \varepsilon_p - \rho_p L (\delta M / \delta \tau) \quad (4)$$

Similarly the equation for the determination of the air humidity inside the dryer can be written as:

$$\varepsilon_r \delta W_a / \delta \tau + \varepsilon (\rho_a v_a) \delta W_a / \delta z = \varepsilon (\mu/\sigma)_a \delta^2 W_a / \delta z^2 + \varepsilon_p \rho_p \delta M / \delta \tau \quad (5)$$

The equations (1-5) were solved numerically using finite-difference technique developed by Patankar [1980] with the conditions as  $t_a(z,0) = t_p(z,0) = t_{amb}$ ,  $t_a(0,0) = t_{in}$ ,  $W_a(z,0) = W_{amb}$ ,  $W_a(0,0) = W_{amb}$ . The Figs and air properties used in the simulation together with the drying constant  $k$  are shown in Table (1).

Table 1 - Fruits and air properties

Fruit	Density kg/m <sup>3</sup>	Specific heat kJ/kg °C	Moisture content Mi/Meq (dry basis)	Drying constant $k^*$
Figs	550	2300	2.1/0.3	$k = 0.0735 - 0.0056 t_a + 1.9 W_a - 0.65 v_a \varepsilon$
Prunes	810	2950	6.2/0.3	$k = 0.051 - 0.00245 t_a + 1.23 W_a - 0.42 v_a \varepsilon$
Apricot	830	2800	5.25/0.3	$k = 0.049 - 0.0023 t_a + 1.17 W_a - 0.40 v_a \varepsilon$
Air	$t_a = 60^\circ\text{C}$	$W_a = 0.01$	$G = 0.375 \text{ kg/s}$	

\* These values were obtained from Khattab (1995)

By equating the value of the drying constant  $k$  of all trays to that of the base tray and using the necessary condition obtained by Khattab [in press, see Ref. List] to ensure unsaturated inlet air to each tray, solution of equations 1-5 for flow rate of air = 0.375 kg/sec, hot air at 60 °C and air specific humidity = 0.01 gives the maximum number of trays and the area of each tray at each time interval during drying. The variation of tray areas expressed as a percentage of the area of the base tray with time is shown in Fig. 1. As expected, at the beginning of drying when the product is very wet, the area of all trays decreases to compensate the sharp drop of the air temperature and increases in its humidity. The reduction is more pronounced at upper trays. As drying proceeds, the product temperature increases and its moisture content



# A NOVEL DESIGN OF AGRICULTURAL DRYER

By  
N.M. Khattab\*

## ABSTRACT

In this paper, a procedure for designing a multi-tray agricultural dryer, capable of producing uniform drying of products is given. An analytical solution based on heat and mass transfer for air and product inside the dryer is used. In the solution, the drying rates of the products on different trays are tried to be kept constant during the whole drying period. This could be realized by changing the dryer shape and dimensions for every specific product in accordance with the conditions of the inlet air. It was found that a dryer of pyramidal shape is most suitable for fulfilling the requirement of good quality dried product. The method is verified experimentally and shows good agreement with the analytical solution. Based on the obtained results, the design of dryer for many kinds of fruits is obtained with the analytical solution.

## KEYWORDS

Constant area dryer - Dryer configuration - Energy consumption - Equal drying rate - General fruit dryer - Pyramidal dryer - Uniform moisture content

## INTRODUCTION

One of the problems associated with the drying process in multi-tray dryers is the difficulty to maintain constant drying conditions within them. Continuous moisture evaporation from the product changes the drying conditions of the drying air as it moves from one tray to another and also from time to time during drying. As a result, the moisture contents of the product at subsequent trays will be different, El-Hisse [1988], and consequently a product of poor quality is obtained.

A great deal of works in the field of drying show that the drying rate of any material is a function of the temperature of the drying air, its humidity, flow rate and air void, Ben Mabrouk et al. [1990]. These parameters must be carefully controlled to get the drying rate needed for the desired quality of the product. One of the methods to overcome this disadvantage is by blowing large quantities of hot air through the dryer which, in turn, is accompanied by a large waste of exhausted air energy. Another method is by having different air voids at the different trays. This needs a great accuracy when loading the dryer to avoid disarrangement of the trays. In the present work, it is suggested to choose the design parameters of the dryer so as to have the desired drying rates at different trays. Based on uniformity of the drying rate through the dryer during the drying period, a new dryer shape is proposed, its load and dimensions are determined according to the conditions of the drying air.

## DRYING RATE & DESIGN CONSIDERATIONS

When a thin layer of product, equally distributed on trays inside a multi-tray dryer, is exposed to cross stream of hot air of particular flow rate, temperature and humidity, its drying rate is given in ASHRAE [1985] as:

$$\delta M / \delta \tau = (M - M_{eq}) \cdot e^{-k\tau} \quad (1)$$

where:  $k$  is the drying constant of a specific product and depends upon the drying air temperature  $t_a$ , specific humidity  $W_a$ , velocity  $v_a$ , and air void  $\epsilon$ , Garg and Sharma [1990].

$$k = a \cdot t_a - b \cdot W_a + c \cdot (v_a \cdot \epsilon), \text{ and } v_a = G/A_b \quad (2)$$

where:  $G$  is the flow rate of air through the dryer, and  $A_b$  is the base area of the dryer,  $a$ ,  $b$  and  $c$  are constants obtained experimentally for a specific product. In the initial period of drying, when the product is very wet, the temperature of hot air is sharply decreased, while its humidity is rapidly increased as it flows through the trays, causing  $k$  to decrease. Moreover, as drying proceeds, the value of  $k$  at the same tray will change with time as the drying conditions of the product in the preceeding trays are changed. So the drying constant  $k$  is actually a function of both space co-ordinates (position of trays) and time.

While  $k$  decreases with the height of the tray at a given instant, it increases for the same position as time advances. As a result, the product, at different trays will be dried at different drying rates, giving dried product of bad quality. Improving the quality of the dried product is possible if the drying rates can be kept the same at different trays during the whole drying period. At a given instant, the value of  $k$  and hence the drying rate, can be equalized at different trays by controlling the air velocity. This can be realized through decreasing the cross-sectional area of the dryer gradually and hence the tray/area ( $A_t$ ) as it goes higher. As the flow rate of air is



## 5. REFERENCES

1. Andeen, G. B. "Bubble Pumps", *Compressed Air*, Jan., 1974.
2. Parker, G. J. "The Effect of Footpiece Design on the Performance of a Small Air Lift Pump", *Int. J. Heat & Fluid Flow*, Vol. 2, No. 4, MEP Ltd., 1980.
3. Everaldo, A. N. Feitosa, Dept. of Mechanical Engineering University Federal de Pernambuco, 50730 Recife, PE Brazil, RECs No. 1, Oct. 1989.
4. Clark, N. N. and Dabolt, R. J. "A General Design Equation for Air Lift Pumps Operating in Slug Flow", *AI ChE J.*, 32 (1), 56, 1986.
5. Serghides, T. K. "Estimate Friction Factor Accurately", *Chemical Engineering*, 63, March 5, 1984.
6. Neil Stone, J. "A Program to Calculate Air-Lift Pump Performance", *Microsoftware for Engineers*, Vol. 3, No. 3, PP. 114-123, Computational Mechanics Publications, 1987.
7. Kouremenos, D. A. and Staicos, J. "Performance of a Small Air -Lift Pump ", *Int. J. Heat & Fluid Flow*, PP 217-222, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1985.
8. Stenning, A. H. and Martin, C. B. "An Analytical and Experimental Study of Air-Lift Pump Performance", *J. of Eng. for Power Trans.*, Series A, 1968.

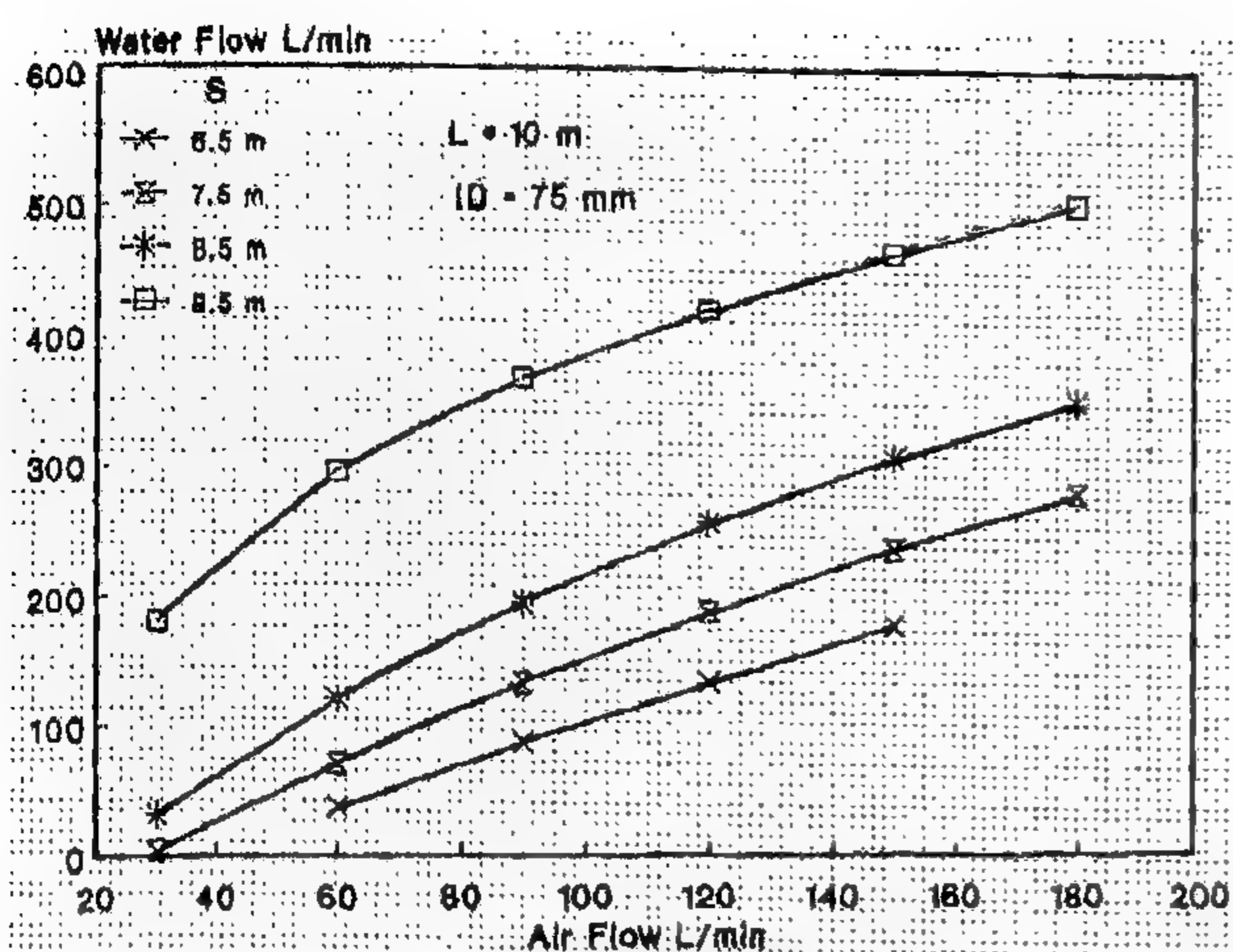


Fig. 8: Water flow versus air flow of inner diameter 75 mm pump for different values of submergence

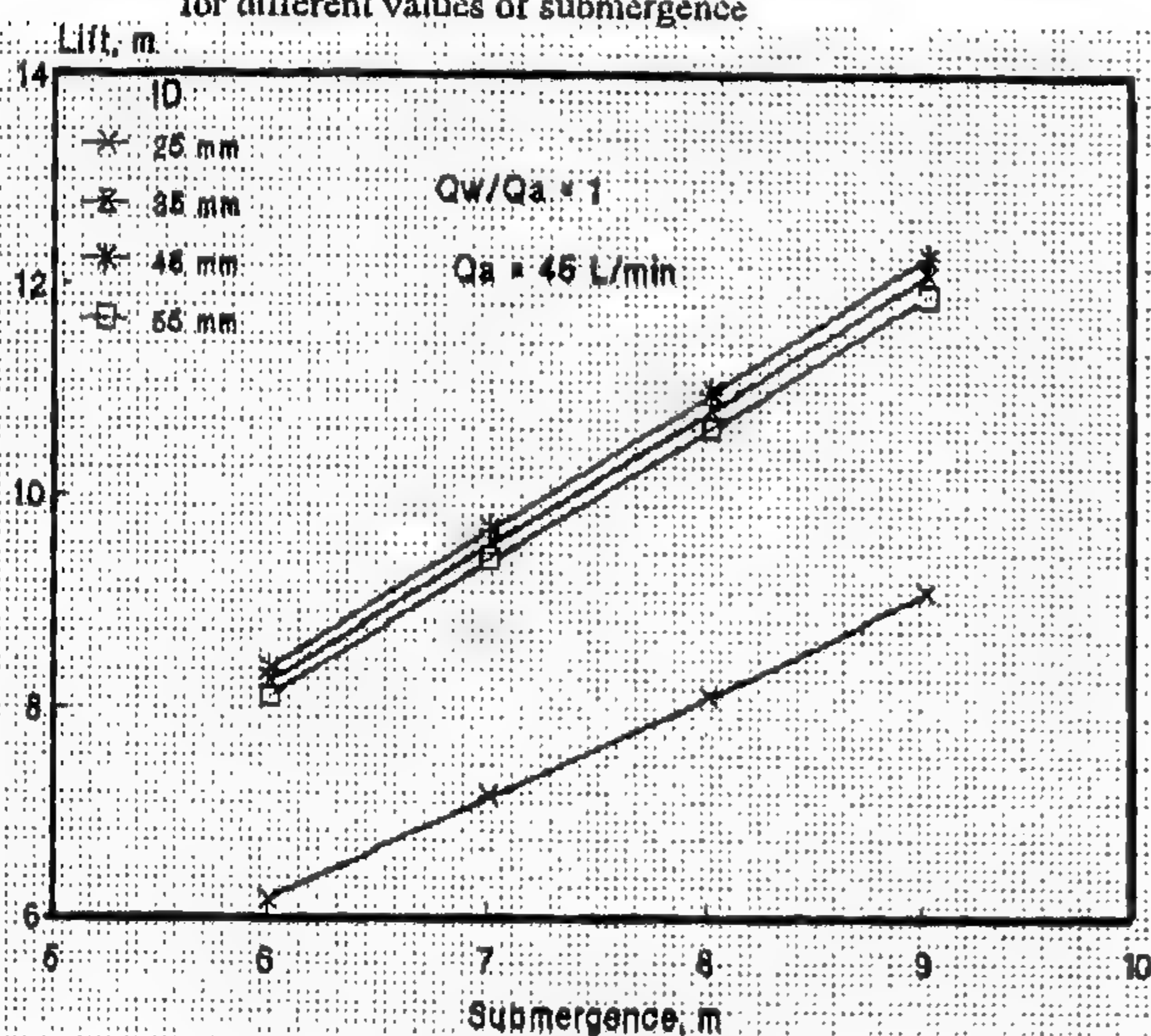


Fig. 9: Lift versus submergence for different inner diameter and  $Q_w/Q_a = 1$

tested models. From these two figures, it is clear that lift increases when both submerged part and inner diameter of the riser increase till certain diameter and after that lift decreases when inner diameter increases. The obtained results can be represented by using the dimensionless parameters  $Q_a/Q_w$  as a vertical axis and  $Q_w/A\sqrt{2gL}$  as a horizontal axis as shown in Fig. 11. This dimensionless plot leads to the conclusion that air flow rate increases when submergence ratio ( $S/L$ ) decreases. Also, for each submergence ratio,  $Q_a/Q_w$  is nearly constant, when the ratio  $Q_w/A\sqrt{2gL}$  is greater than 0.03 and less than 0.1.

## CONCLUSION

Characteristics of air-lift pump for various inner diameters and submergences were efficiently tested using a computer programmed and mathematical model. From

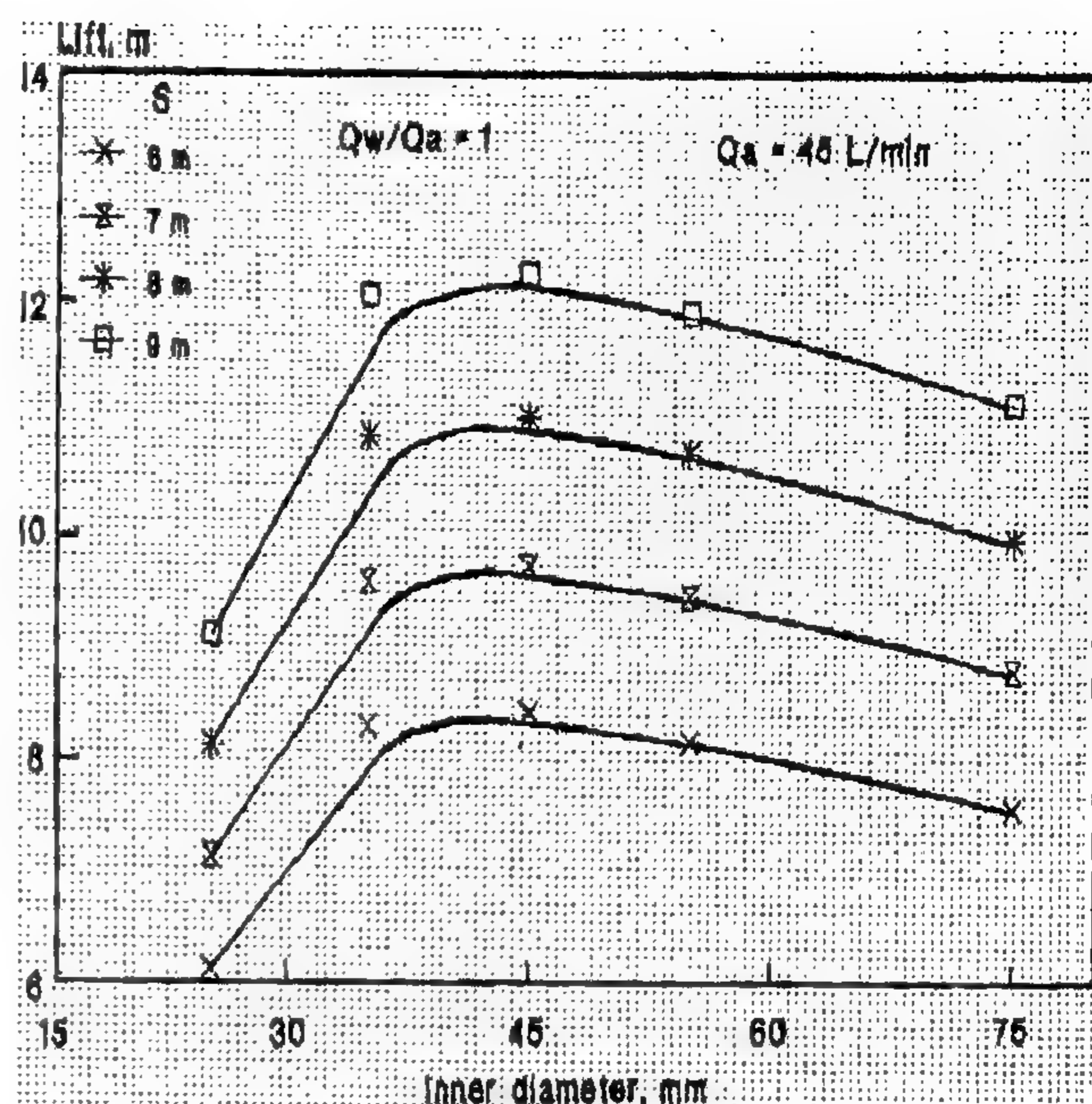


Fig. 10: Lift versus inner diameter for different submergences and  $Q_w/Q_a = 1$

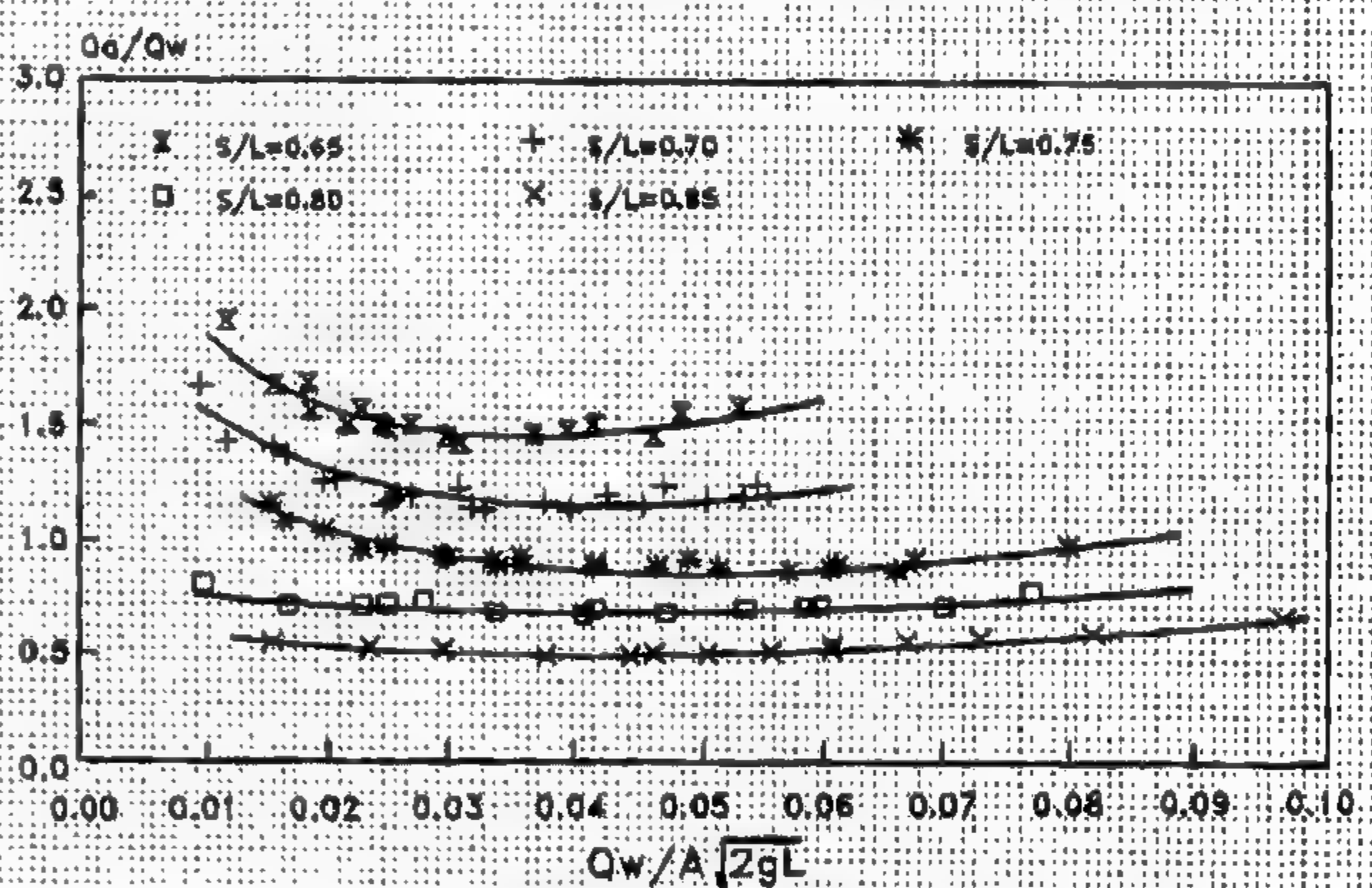


Fig. 11: Dimensionless plot of pump performance.

this study, the principal conclusions are summarized as follows:

- Increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow.
- At smaller values of submergence, there was substantial reduction in the water flow rate.
- Increase of inner diameter was accompanied by corresponding increase of water flow rate till a certain diameter for the cases under study.
- Lift increases when both submerged part, and inner diameter of the riser increase till a certain diameter and, after that lift decreases when inner diameter increases.
- For a constant value of  $Q_w/A\sqrt{2gL}$ , the air flow rate increases when submergence ratio ( $S/L$ ) decreases.



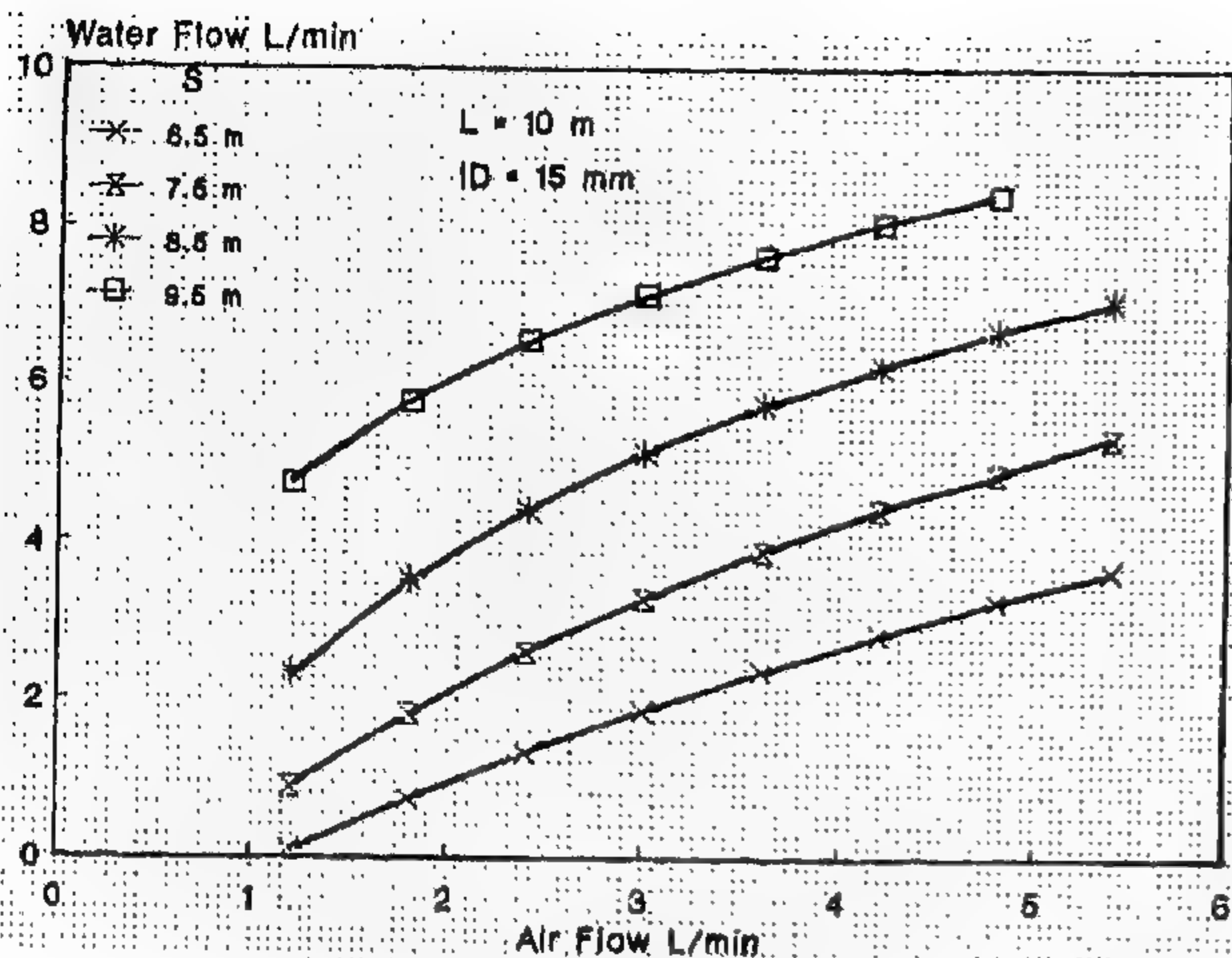


Fig. 3: Water flow versus air flow of inner diameter 15 mm pump for different values of submergence

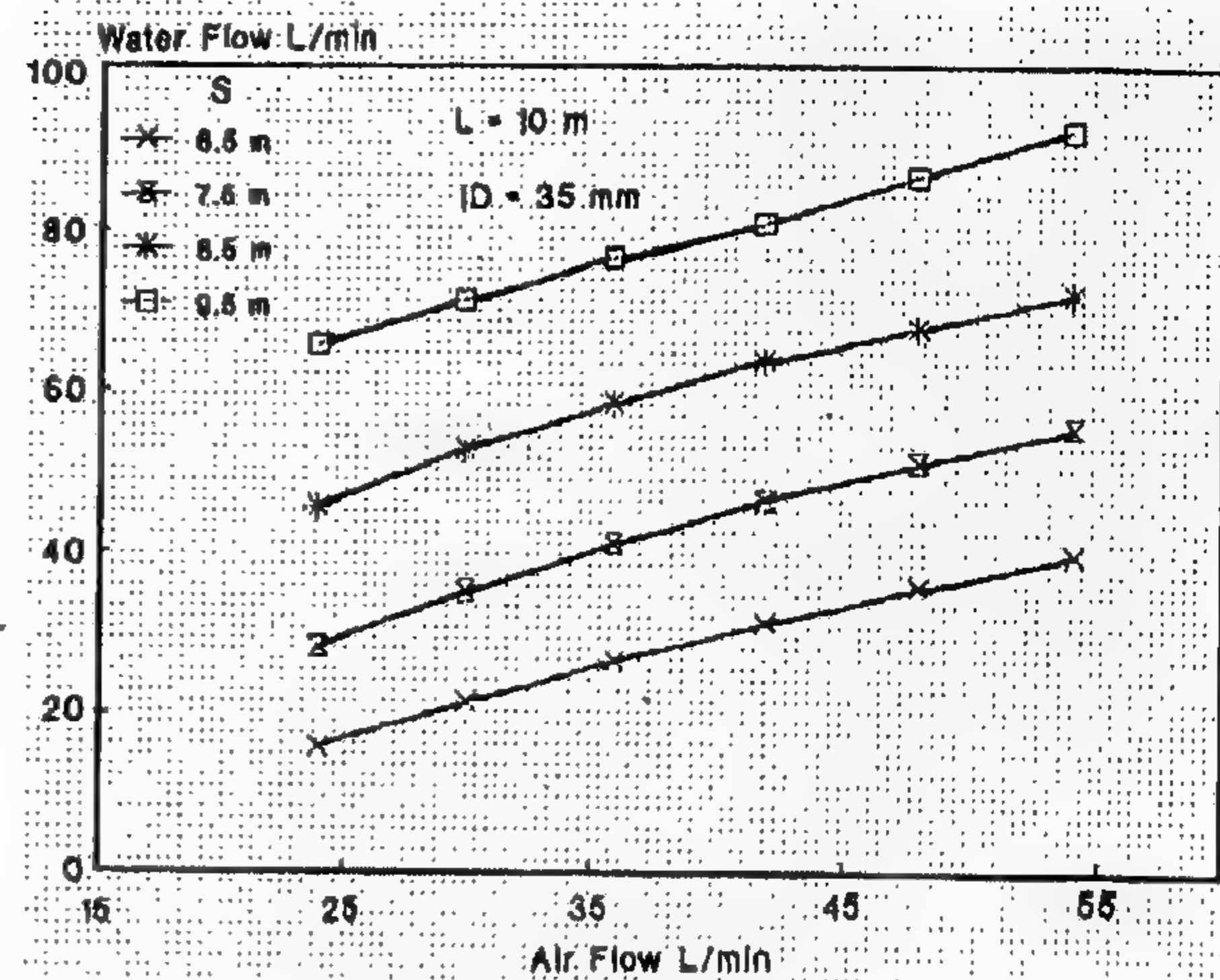


Fig. 5: Water flow versus air flow of inner diameter 35 mm pump for different values of submergence.

## 2.2 Validation of the Model

For testing the model, the air-lift pump which is examined experimentally by Kouremenos, D. A. and Staicos, J. [7] has been analyzed. That pump has 12 mm bore, 93.3 cm lift, 55.3 cm and 65.3 cm submergence. The calculation program was loaded by these data and the output results were compared with the experimental ones. In the analyzed case, a seemingly satisfactory conformity has been obtained between the computed and measured results as shown in Fig. 2.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Six air-lift pumps, each one has ten meter riser length, were analyzed as shown in Figs. 3, 4, 5, 6, 7 and 8. Figure 3 shows water flow versus air flow of inner diameter 15 mm pump and submergences were 6.5, 7.5, 8.5 and 9.5 m. Figures 4, 5, 6, 7 and 8 show water flow versus air flow of inner diameter 25, 35, 45, 55, 75 mm respectively. From these figures, it is clear that the increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow. Also, at smaller values of submergences, there was substantial reduction in the water flow rate. Figures 9 and 10 show the relation between the lift and submergence part for all the

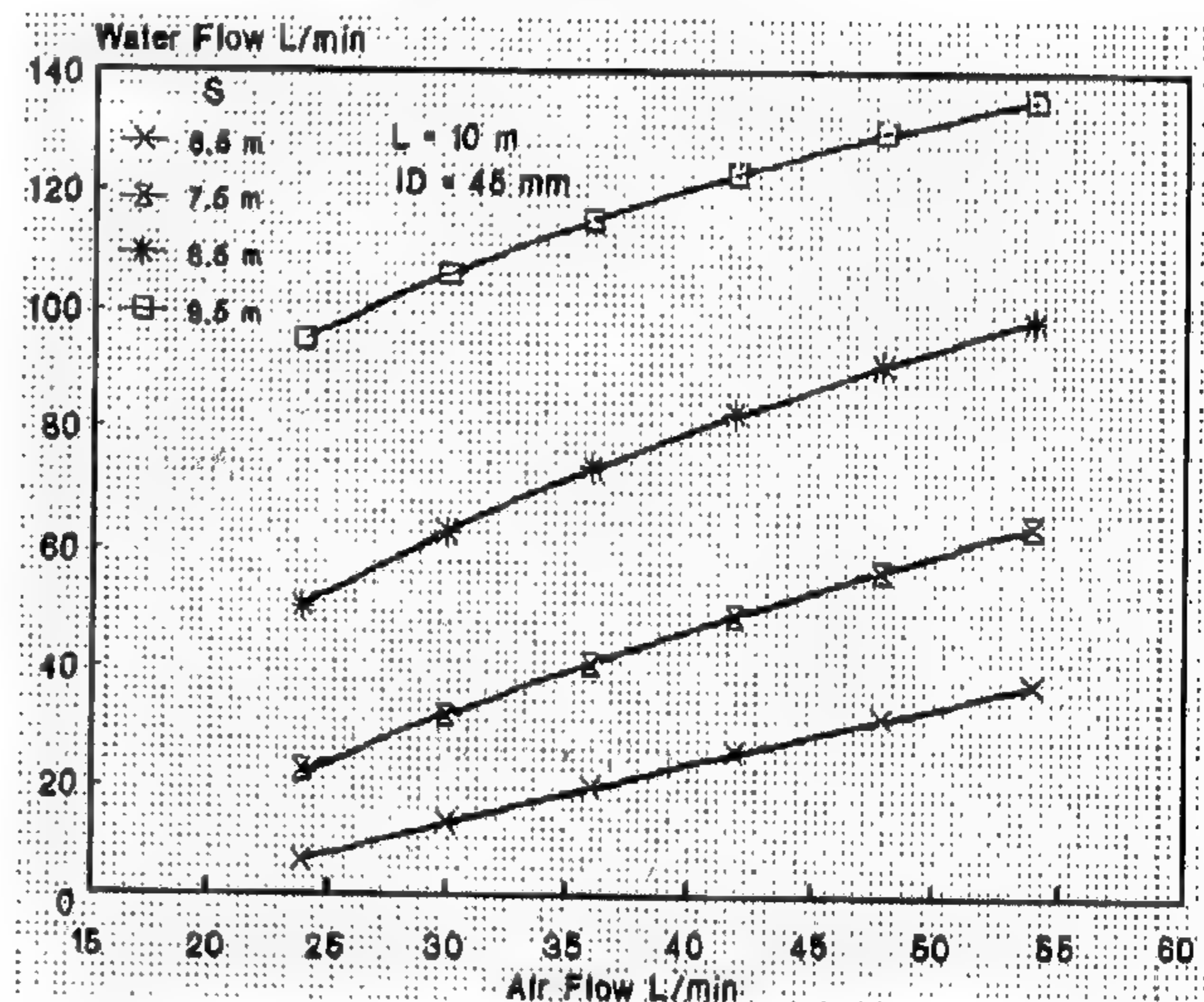


Fig. 6: Water flow versus air flow of inner diameter 45 mm pump for different values of submergence.

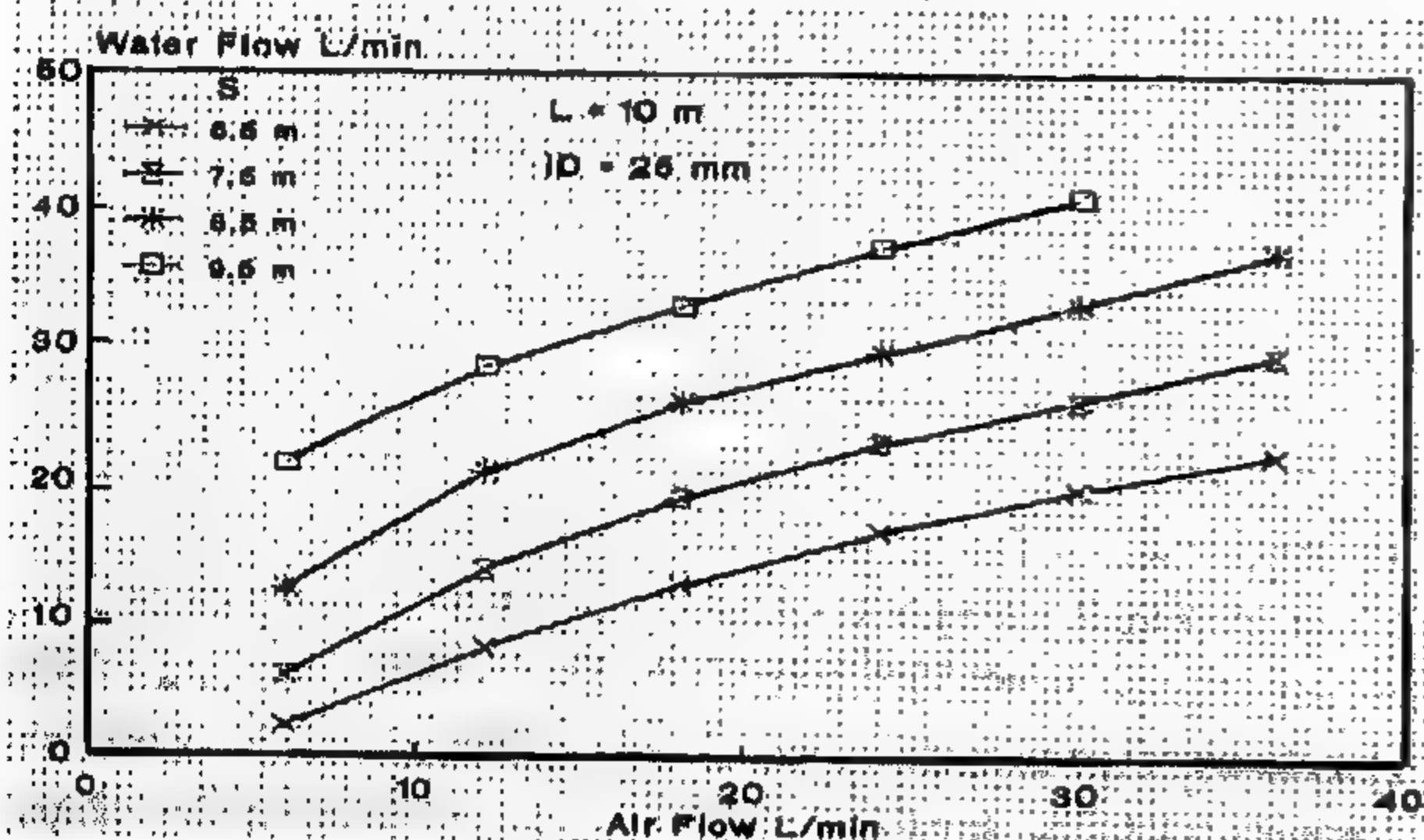


Fig. 4: Water flow versus air flow of inner diameter 25 mm pump for different values of submergence

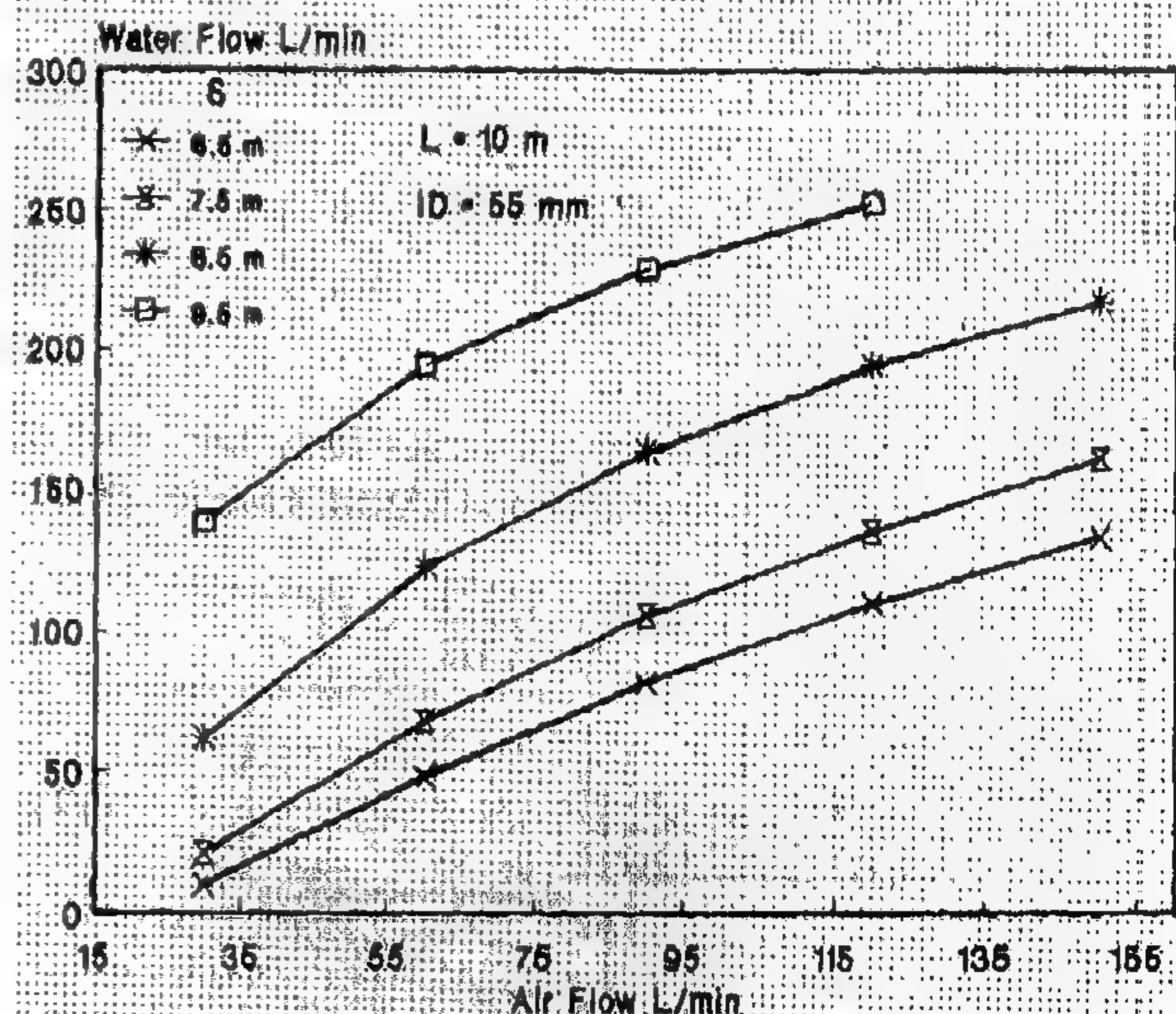


Fig. 7: Water flow versus air flow of inner diameter 55 mm pump for different values of submergence



factor in the performance of most industrial pumps, so that the friction factor needs not be known. However, in the present computer program, a reasonably accurate estimate including friction loss can be used without excessive computing time.

The head of the lifted water can be calculated as follows:

$$L = \frac{B1 \cdot \log \left[ \frac{(BR + BT \cdot BS \cdot P2)}{(BR + BT \cdot BS \cdot Pi)} \right] - (P2 - Pi)}{BT} \quad (1)$$

where

$$B1 = \frac{1.5 (BD \cdot BM) - 9.81 (\rho \cdot BM)}{(BS \cdot BT)^2} \quad (2)$$

$$BR = 1.962 (\rho \cdot BM) + 2.7 (BD \cdot BM) \quad (3)$$

$$BT = 9.81 (\rho) + BD \quad (4)$$

$$BS = 1.2 (VL) + VV \quad (5)$$

$$VV = 1.0957 (Ds)^{0.5} \text{ m/s} \quad (6)$$

$$BM = P1 (Va) \quad (7)$$

$$BD = PL \quad \text{assuming liquid fills the riser} \quad (8)$$

$$Pi = 9.81 (\rho \cdot S) - PL1 + P1 \quad \text{Pa} \quad (9)$$

$$PL1 = PL (L1 - S1 + S) \quad \text{Pa} \quad (10)$$

$$PL = \frac{\rho \cdot F \cdot VL^2}{0.5 (Ds)} \quad \text{Pa/m} \quad (11)$$

$$F = 0.0055 \left[ 1 + \left( \frac{0.0002 (f)}{Dd} + \frac{10^6}{Re} \right)^{0.333} \right] \quad (12)$$

The final equation between water flow rate and air flow rate according to Stenning and Martin's model, [8] is:

$$\frac{S}{L} = \frac{1}{\left[ 1 + \frac{VL}{Va} \cdot \frac{Qa}{Qw} \right]} + \frac{Q}{2gLA^2} \left[ \left( \frac{4FL}{ID} + 1 \right) + \left( \frac{4FL}{ID} + 2 \right) \frac{Qa}{Qw} \right] \quad (13)$$

#### Notes:

- Equations 1, 2, 6, 7 and 8 of Ref. [4].
- Equation 13 of Ref. [5].
- Equation No. 12 is valid for Reynolds numbers from 4000 to 107.
- Relative roughness up to 0.01.

#### 2.1 Calculation Program

The calculation program, [6] is modified to be suitable for the present analysis of the different proposed parameters. If the lift, Eq. 1, is given and the liquid or air flow is to be determined, the solution is achieved by iteration calculation, as the flow cannot be expressed explicitly. The procedure used is to assume a liquid velocity, calculate the lift based on this assumption, and then correct the liquid velocity estimate according to whether the estimated lift is greater or smaller than the actual lift. Reasonably fast convergence is obtained in the program by initializing the liquid velocity to half the air velocity, and correcting the liquid velocity by the fourth power of the ratio of actual/calculated lift after each iteration. The iteration continues until two consecutive lift values agree to within a fraction equals 0.001. The calculation method is applicable to any two fluids in which the air density is negligible in comparison to the liquid density. This method takes no account of increase in air volume resulting from evaporation when pumping hot fluid. The pump operates in slug flow and, below the maximum on the air/liquid flow curve, it means that the calculation will be stopped when increasing air flow is not accompanied by corresponding increase in water flow.

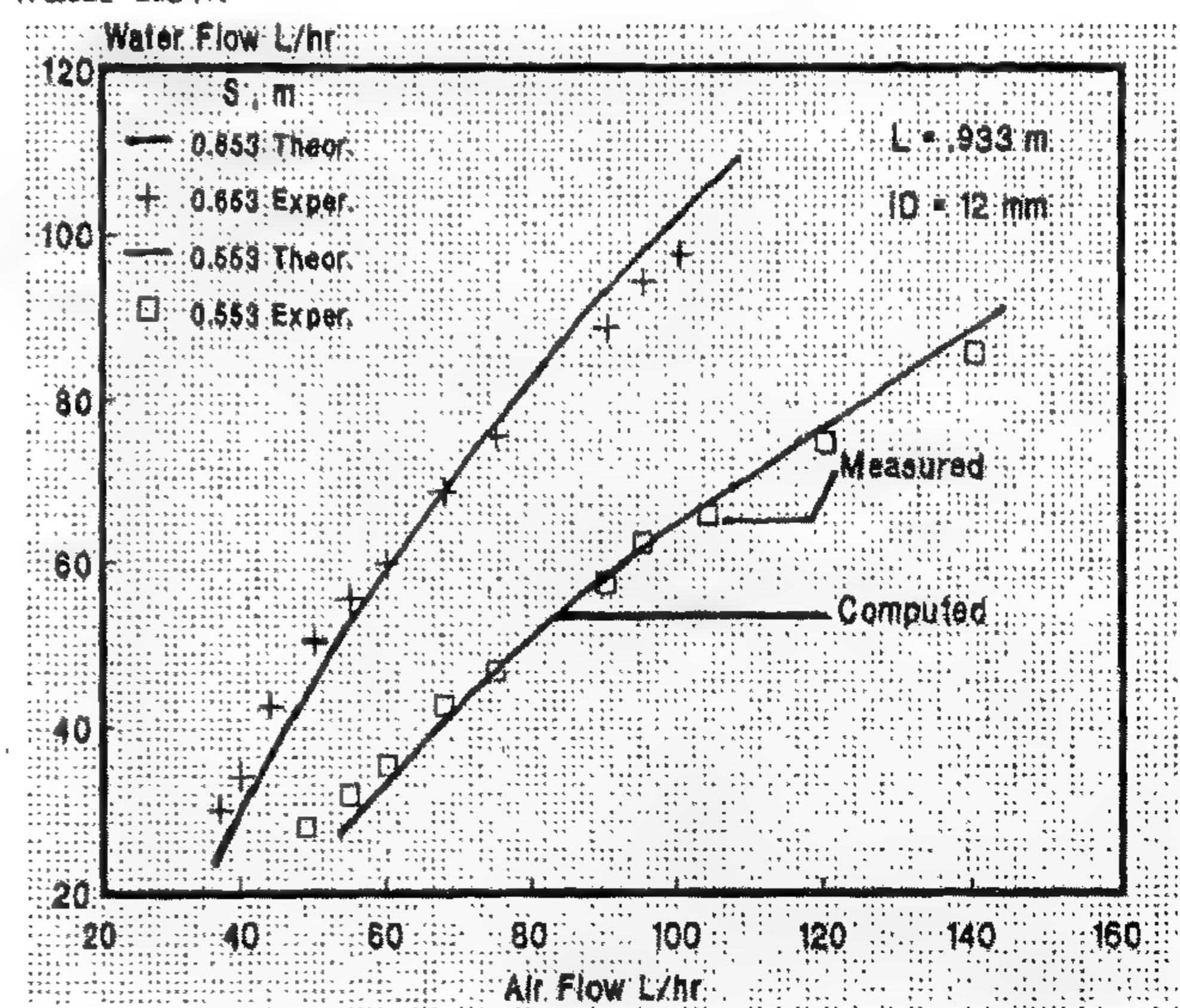


Fig. 2: Comparison between computed and measured results of water flow and air flow [7]



# THEORETICAL STUDY ON THE PERFORMANCE OF AIR-LIFT PUMPS

By  
Dr. Kamal Ahmed Abed

## ABSTRACT

Characteristics of air-lift pump for different inner diameters and submergences were established using a computer programmed mathematical model. For testing the model, the program was loaded by the available experimental data and the output results were compared with the experimental ones. For the analyzed case, a seemingly satisfactory conformity has been obtained between the computed and measured results. Six air-lift pumps which have ten meters riser length were tested and the results were analyzed. The inner diameters of the risers of those pumps are 15, 25, 35, 45, 55, 75 mm with different submergences. It is found that, increase of air flow rate was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to a condition where a maximum water flow is found. At smaller values of submergence, there was substantial reduction in the water flow rate. Increase of inner diameter was accompanied by corresponding increase of water flow for the examined diameters till certain diameter. Lift increases when both submerged part and inner diameter of the riser increase till a certain diameter and after that lift decreases when inner diameter of the riser increases.

## NOMENCLATURE

A	= Cross-sectional area of the riser pipe	m
Dd	= Pipe diameter at delivery	mm
Ds	= Pipe diameter at suction	mm
F	= Friction factor	
f	= Pipe roughness	
ID	= Inner diameter of the riser	mm
L	= Length of riser (Lift)	m
L1	= Inlet pipe length at minimum submergence	m
Pi	= Absolute pressure at liquid surface	Pa
P2	= Outlet pressure	Pa
Pi	= Pressure at inlet to riser	Pa
PL	= Friction loss per unit length pipe	Pa/m
PL1	= Friction loss in inlet pipe	Pa
Qa	= Air flow rate	L/min
Qw	= Water flow rate	L/min
Re	= Reynolds number in pipe	
S	= Actual submergence depth	m
S1	= Minimum submergence	m
Va	= Air superficial velocity in airlift	m/s
VL	= Liquid superficial velocity	m/s
VV	= Drift velocity	m/s
$\rho$	= Liquid density	kg/m <sup>3</sup>

## 1. INTRODUCTION

Air lift pumps are simple devices consisting of a vertical riser tube partially immersed in the fluid to be pumped and into which air is injected at the base to produce an upward flow. The air-fluid mixture rises to the surface because it is lighter than the surrounding water in the well. All submerged parts are of simple design, can be made of plastic materials and without relative motion between its components.

In the early years of this century, air lift pumps were widely used for pumping water from artesian wells and from mine shafts, and for pumping in oil wells. Nowadays, air-lift pumps are used mainly for specialized tasks such as aerating water, preventing icing on some high-latitude, and as sea-bed "vacuum cleaners" in underwater exploration [1] and [2]. The air-lift pump can be used with the combination of wind turbine-compressor where the wind turbine can be placed at a windy site, e.g. on a hilltop, independent of the site chosen of the well. As an advantage, this system is used to store energy in compressed air for pumping water when the demand is high and/or the wind is low, [3].

## 2. DESCRIPTION AND THEORY

The method described by Clark and Dabolt [4] allows explicit calculation of the lift, given the airlift geometry and fluid flow rates. The calculation procedure is outlined in the following equations in order of evaluation. It was assumed in [4] that fluid friction is not a major

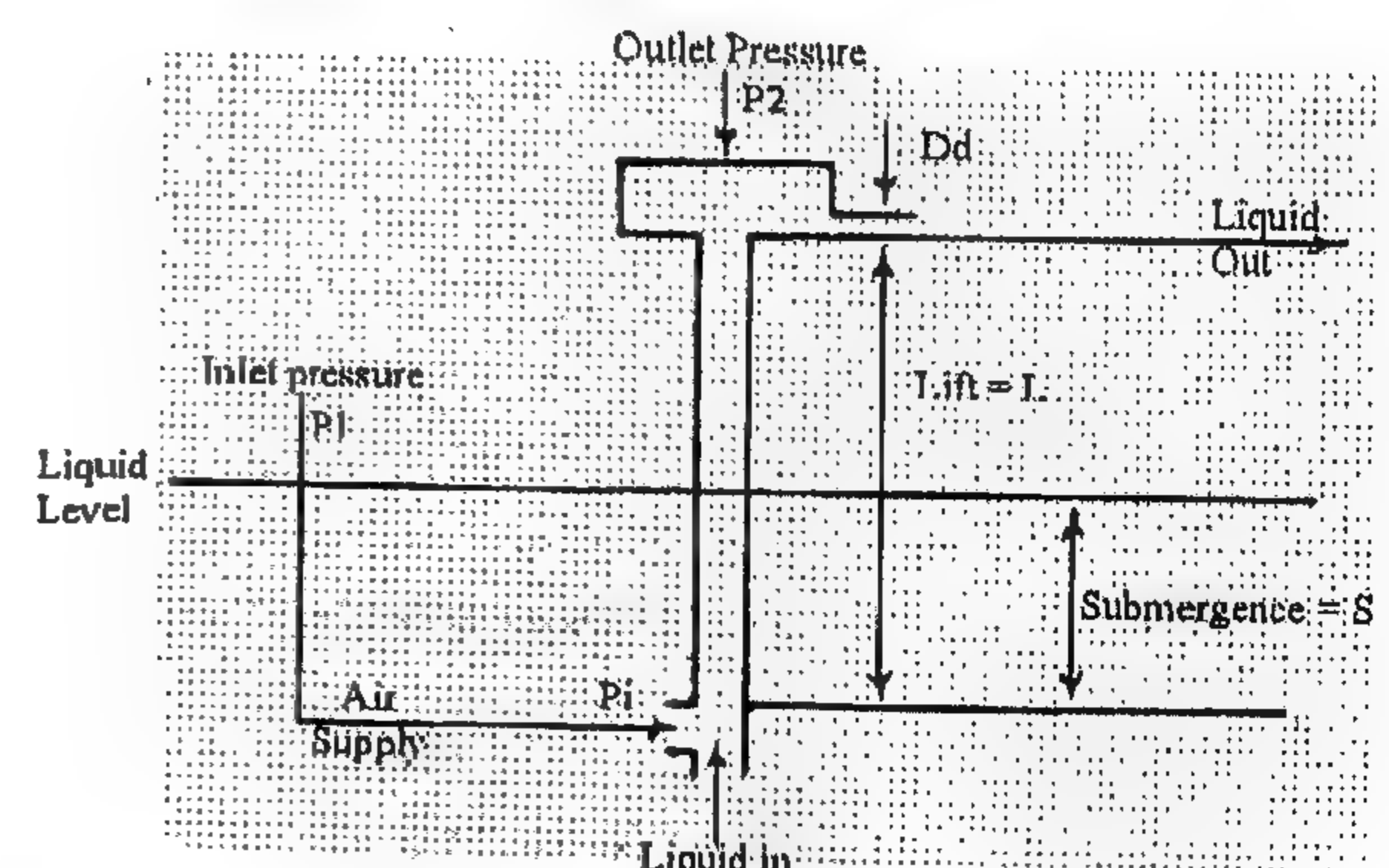


Fig. 1: Schematic diagram of the air-lift pump

## REFERENCES

- Bigelow, E.W., *A New Frontier Log Interpretation in Horizontal Well: Transaction of 33rd SPWLA Annual Logging Symposium, June 1992, Paper OO.*
- Chadrac, J.L. and Wittrisch, L., *Well Logging and Formation Evaluation in Horizontal Well: OAPC-IFP Workshop on Horizontal Drilling, June 1992, Paper 5.*
- El-Refai, E., *Application of the Two Horizontal Wells in Egypt: OAPC-IFP Workshop on Horizontal Drilling, June, 1992, Paper 9f.*
- Ezzat, A. and Hassan, A., *Use of an Advanced Technique in Reservoir Management and its Application in Drilling GUPCO's First Horizontal Well: Transaction of 12 Petroleum Explr. and Prod. Conference (EGPC), Nov., 1994.*
- Giannesini, J.F., *Horizontal Wells: An Overview: OAPC-IFP Workshop on Horizontal Drilling, June, 1992, Paper 1.*
- Giger, F.M., Combe, J. and Reiss, L.H., 1983, *L'Intérêt du Forage Horizontal pour l'Exploitation de Gisements d'Hydrocarbures: Revue de l'IFP, V. 38, No 2, P. 324-350.*
- Nurni, R.D., Wiltse, E. and Sapru, A., *Middle East Reservoir Characterization Improved by Data from Horizontal Wells: SPE Paper 29816, 9th Middle East Oil Show and Conference, Bahrain, March, 1995.*
- Singer, J.M., 1992, *An Example of Log Interpretation in Horizontal Wells: The Log Analyst, V. 35, No. 2, P. 85-95.*



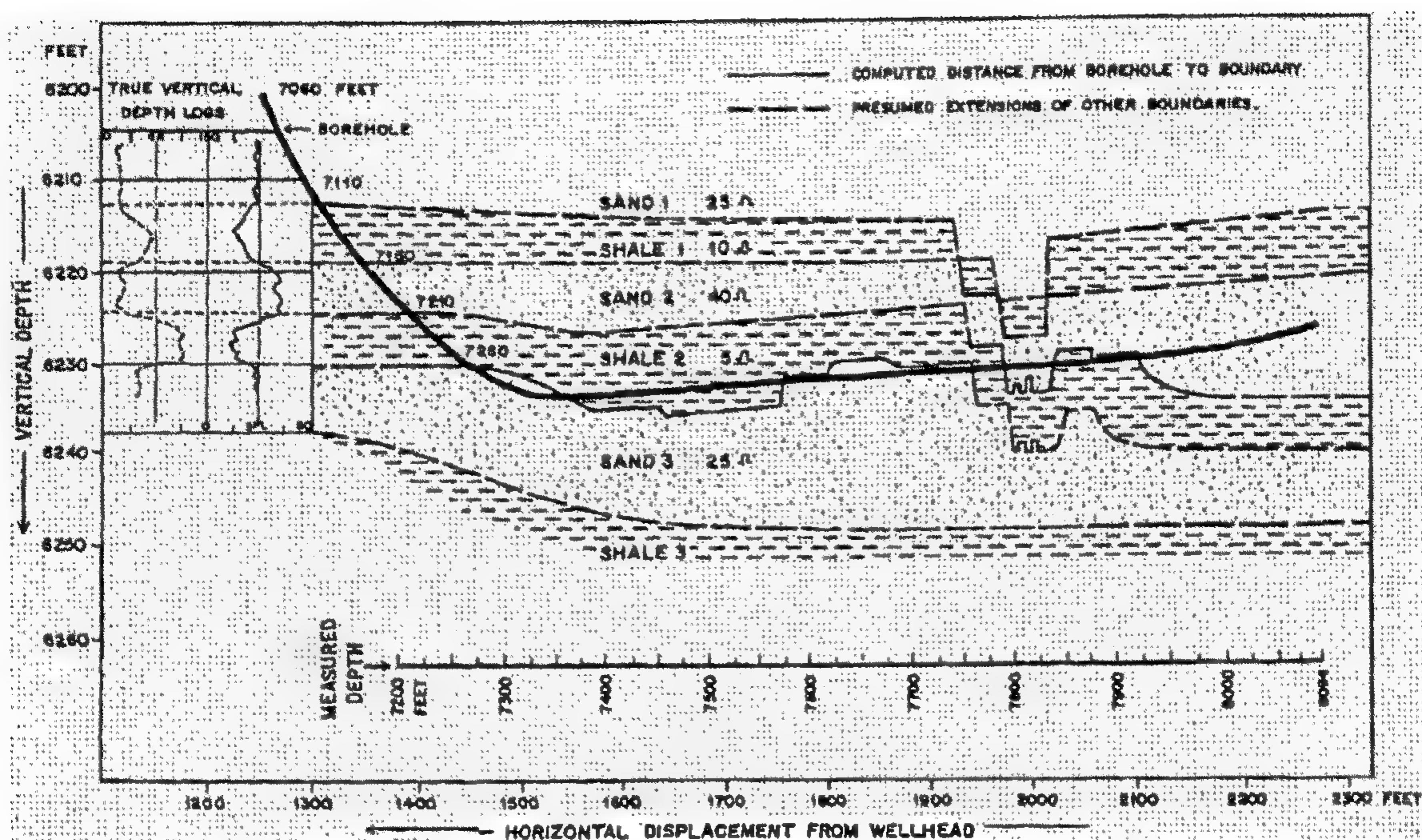


Fig. 4 - Interpreted cross-section showing the lateral changes in electrofacies and lithofacies characteristics along the horizontal section.

## CONCLUSION

In this case of the horizontal well example in the Gulf of Suez, discussed in the paper, the well was crossing a series of sands and shales. Many features of the expected logging tool responses were encountered and confirmed. This paper confirms that the logging responses should be corrected from surrounding beds effects and the distance to the boundary must be estimated. Using the concept of modelling is very important for an accurate interpretation. Based on the data collected from formation modelling and logging response modelling, it was possible to draw a cross-section of the formation around the well. This cross-section was completely impossible to be done from a vertical well. In the display of petrophysical properties and the formation cross-section, it was very obvious to observe the lateral change in water saturation and lithology along the horizontal section.

This horizontal well drilled and tested has given confidence to the use of the technique in future operations in the Gulf of Suez region. The progressively acquired experience in horizontal well techniques is now recognized and improves the prospect to use of this technique to solve different reservoir management problems. However, this technique has not yet strongly attracted the oil industry sector in Egypt.

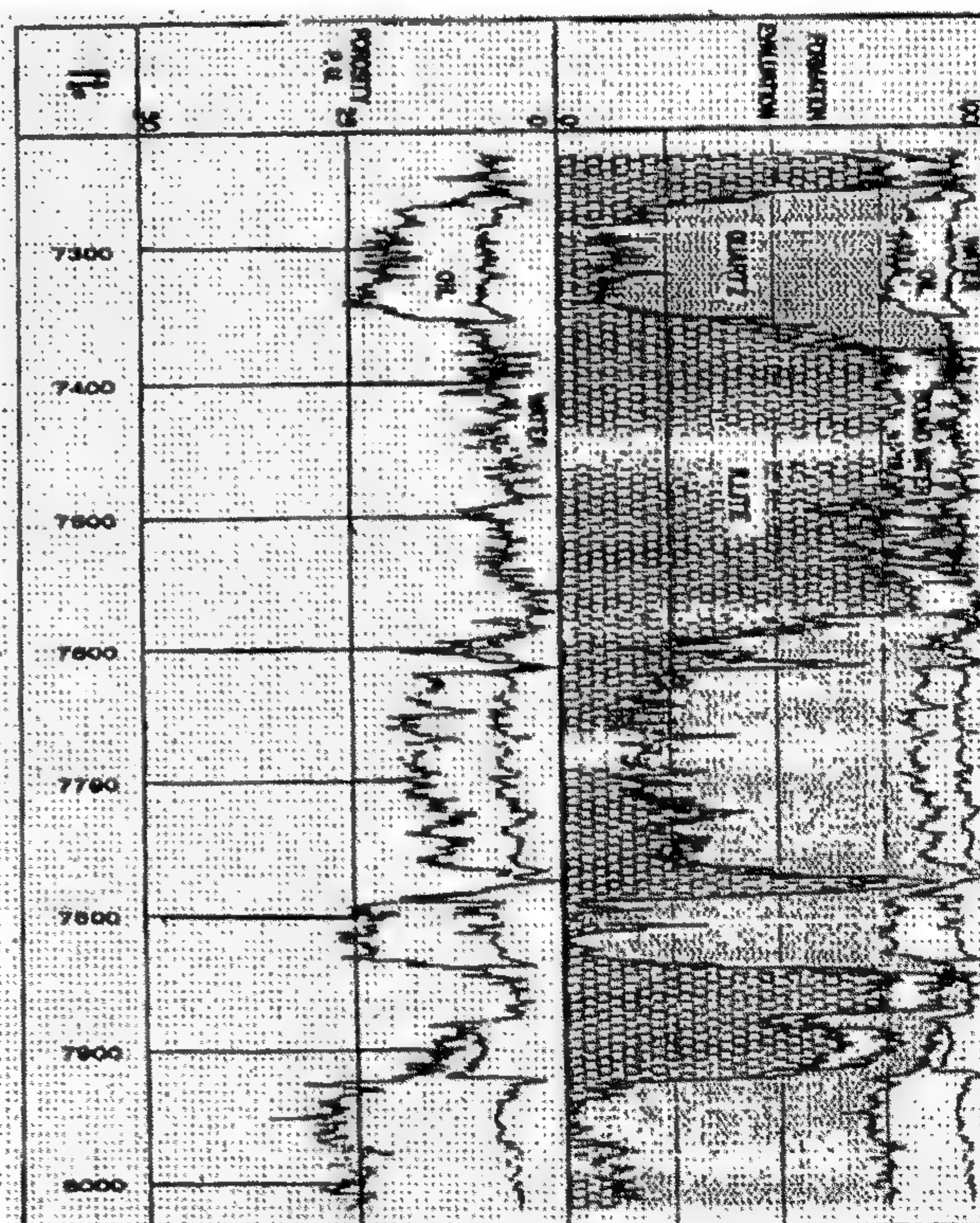


Fig. 5 - Display of formation evaluation of the horizontal section in the well.



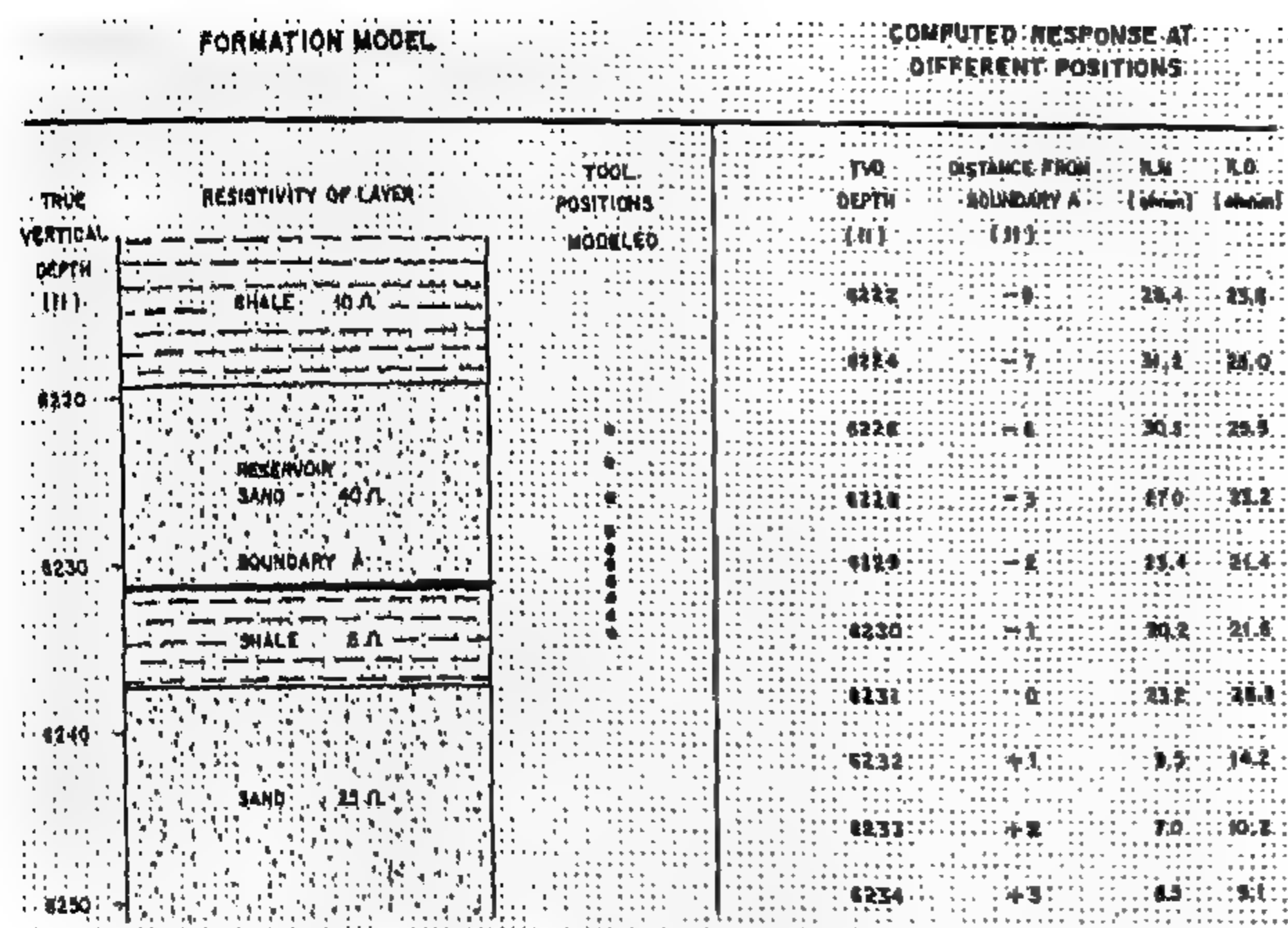


Fig. 2 - Model construction of resistivity response in the horizontal section

### Resistivity Modelling

The primary task involved determining both the position of the horizontal well bore in relation to the bed boundary and the true resistivities and thickness of those strata. In this case, resistivity values of the individual layers were estimated from the vertical section of the hole. Following that, the response functions of the GR and Neutron were used to estimate the distance of the wellbore to the bed boundary interface. With this information in hand, the model iteration proceeded. Fig. (2) illustrates the model construction. In this model, the horizontal well is at 6231 ft., the response is therefore modelled for 10 positions above and below the boundary. The tool position, whose modelled log response matches most accurately with the actual resistivity logging data shown on the formation model, is taken as the correct one. In this case, the tool positions -5 and +3 were taken as accurate tool positions. Clearly, several solutions are possible. The tool response is affected by the resistivity above the boundary, the resistivity below the boundary, the distance of the well to the boundary and the thickness of the formation hosting the well section.

### Nuclear Tool Modelling

An interesting observation from the understanding of nuclear tool response characteristics also emerged in this well. Fig. 3 shows modelling responses of GR, neutron and density logs for shale-sand sequence. It is known that GR tool has no azimuthal focus and responds to beds above and below, and on the side of the well while neutron and density tools are effectively focused downwards.

As seen in Fig. 3a and based on this fact, shale bed crossing the wellbore from above will be detected by GR before either of the downward reading of density and neutron devices. If the shale bed crosses from below, however, all three of the nuclear tools will see it simultaneously, Fig. 3b. Now, neutron and density tools can see the transition much earlier than in Fig. 3a. This model response depicts that, by studying the readings of GR and neutron-density logs, it is easy to estimate whether the layering interface is approaching from the top or the bottom.

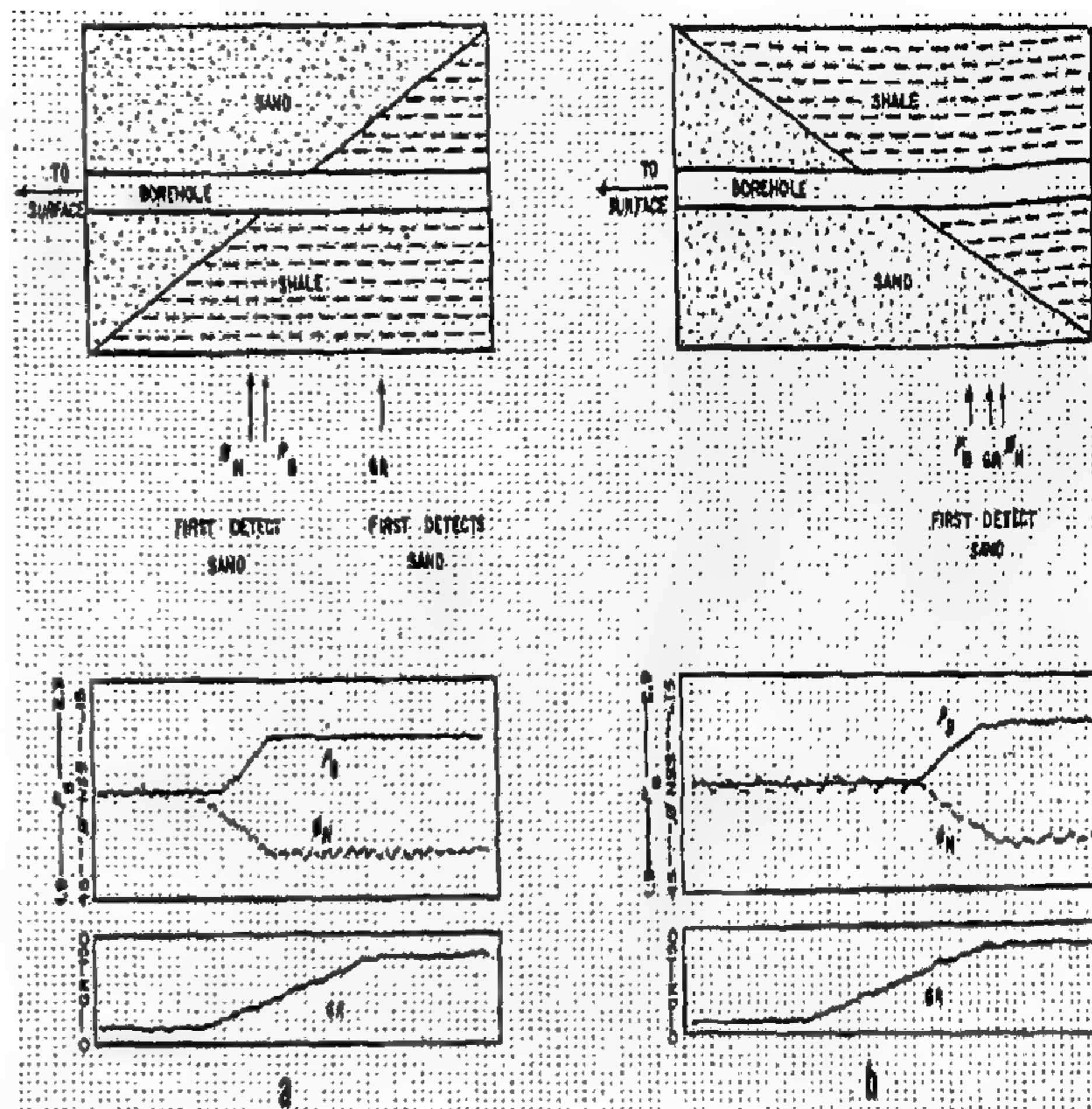


Fig. 3 - Responses of GR, Neutron and Density as the well crosses a boundary. a) Sand entering from above and b) Sand entering from below

### Rocks Characterization and Evaluation

Information from resistivity model and nuclear tools response models are combined together to give a clear idea about resistivity and lithology distribution around the boundary. This combined information, together with the recorded log data are analyzed and interpreted to produce the final display of Fig. 4. This figure illustrates the well trajectory through the beds of various resistivities. The interpretation chosen is based on the neutron-density and GR responses at the boundaries 7375 ft. and 7580 ft. Considering the arguments shown in Fig. 3 and going from the bottom of the well to the surface, it appears that sand is approaching from the bottom at 7375 ft. while shale is approaching from the top at 7580 ft. At the depths 7750 ft. and 7850 ft., there is sudden change in lithology and boundary which could be attributed to local fault affecting the lateral facies characteristics. The inspection of log data shown in Fig. 1 shows that there are two types of sands. The sands below 7790 ft have higher resistivity readings and lower GR readings than the ones above. Evaluation of the petrophysical properties was made using the ELAN program with the option quartz-illite-oil-water model and resistivity (ILM and ILD), neutron-density and GR tools responses, except below 7880 ft., where the density log readings are not available. The final petrophysical evaluation of the horizontal section in this well is shown in Fig. 5 using resistivities predicted by the model results and nuclear tools readings. The sharp changes in resistivities cause some sharp changes in water saturation. As expected, the two sands below 7790 ft. have better reservoir characteristics than the two sands above. The reservoir quality diagnosed by this answer was born out by a later production test of the hole interval, which gives a moderate rate that the well was eventually also completed further uphole in the vertical section.



### Thin Reservoirs

In these reservoirs, horizontal wells open up a much larger area of the reservoir in comparison to a vertical well. In matrix permeability reservoirs, vertical permeability is usually lower than horizontal permeability due to layering and bedding. This factor means that increase in production is not directly proportional to the horizontal well length. But, in many cases, the well productivity can be further improved by increasing the sinuosity of the drainhole. In the case of Badri field, Gulf of Suez, the horizontal well undergoes a depth tolerance of about 10 ft., but the well sinuosity has increased the well bore exposure. The well penetrated the reservoir interval at high angle (85 deg.) and, at the end of the horizontal section, the angle became an inverted angle. This change in angle, together with the sinuosity of the drainhole, had led to a well control of the gas entry from the reservoir secondary gas cap (Ezzat, 1994).

### Hydraulic Heterogeneous Reservoirs

In these reservoirs, a vertical well may only intersect a low porosity interval. However, a horizontal well will intersect reservoir rocks with a variety of different permeability and porosity and the best intervals could be selected for perforation. In Sidki field, Gulf of Suez, the producing sections are suffering from a severe vertical heterogeneity nature of the petrophysical properties which caused fluids vertical segregation. This fluid segregation leads to high GOR and low oil production. These reservoir conditions ushered the reservoir engineering team to use horizontal well to increase oil production and keep the gas trapped in the reservoir.

### High Gas and Water Rates Reservoirs

A well's gas or water coning tendencies are reduced by the decrease in drawdown pressure brought by horizontal drilling. The short production interval in a vertical well encourages a sharp pressure drawdown around the well which causes undesired high GOR or water cut. However, in a horizontal well, a longer section is open to the wellbore and drawdown pressure, and hence coning problems are reduced. The lower drawdown also results in increased ultimate recovery because it reduces the risk of uneven depletion and gives an even sweep across the reservoir. In El-Salam and Hayat oil fields, Western Desert, Egypt, the reservoirs were suffering from high water rates. Horizontal wells had reduced significantly the water production and increased productivity indices by a factor of 10 compared with the vertical wells in the fields (El-Refai, 1992).

### CASE - STUDY RESULTS AND DISCUSSION

Logging tools were originally designed to measure properties of formations crossed by vertical wellbores. In horizontal wells, layers are seen going away of the tool instead of being crossed in a continuous progression. Depending on their measurement systems, individual tools give a variety of responses to the horizontal well.

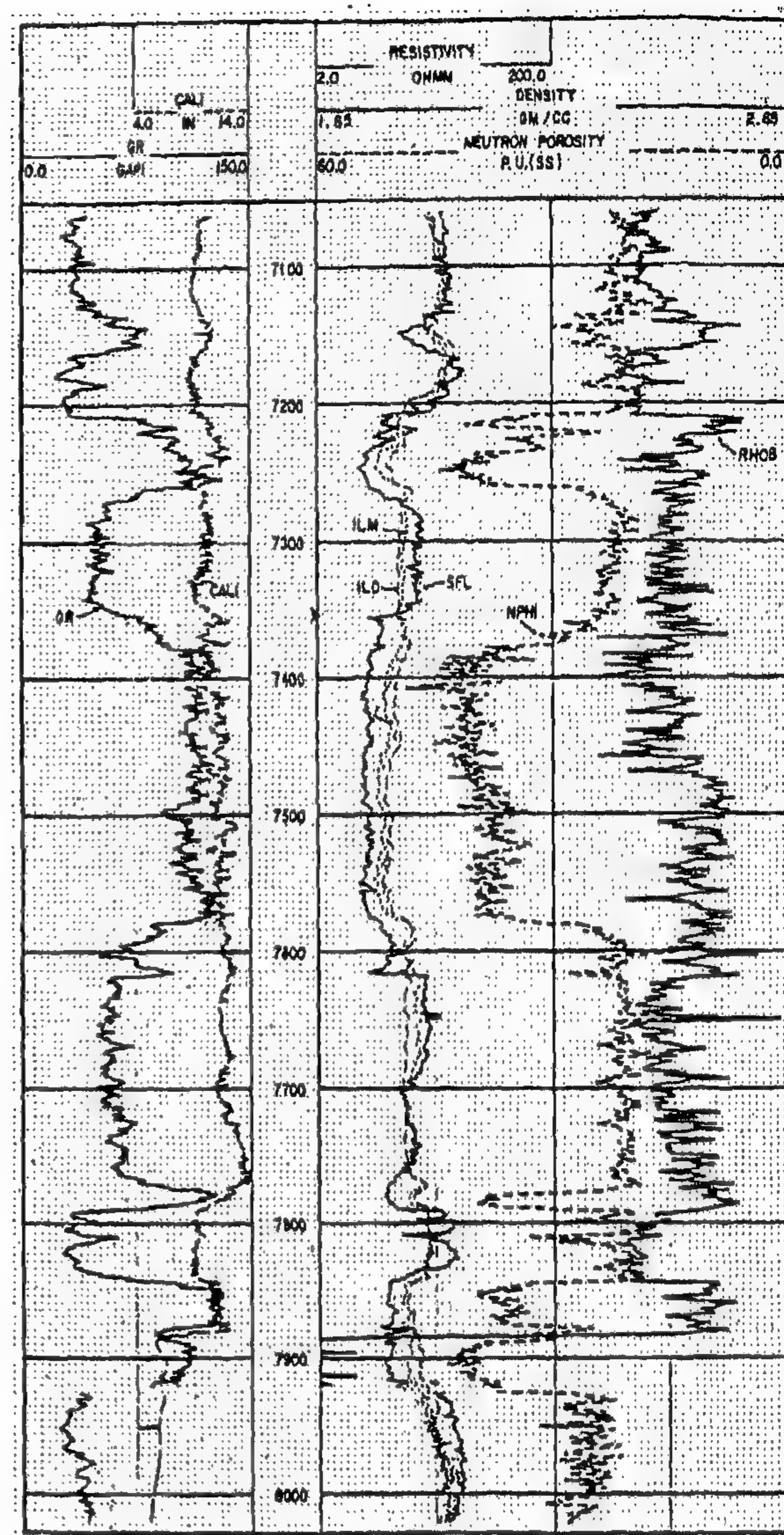


Fig. 1 - Horizontal well logging record

These different responses have to be well understood to achieve the interpretation objectives. One of the most important aspects of interpreting horizontal wells is the early preparation of logging program. This requires a clear understanding of the well's objectives and target zones by adopting the modelling approach (Chardac and Witterisch, 1992, and Giannesini, 1992).

The goal of this interpretation was to identify how much of the sand reservoir existed in the horizontal section and to assess its reservoir rocks characteristics. The recorded logs after borehole corrections for one well in the Gulf of Suez are shown in Fig. 1. If the horizontal section had stayed in the sand reservoir, we could expect the logs to have nearly consistent behavior. But the logging data indicates that lithology is changing along the traverse of the hole. This implies that the wellbore trajectory is moving in and out of a sand-shale parallel interface.



# CHARACTERIZATION OF LITHOFACIES PROPERTIES OF RESERVOIR ROCKS USING COMBINED LOGGING DATA IN HORIZONTAL WELLS

By  
G.M. Hamada\*

## ABSTRACT

Horizontal wells provide an excellent opportunity to define the reservoir rock characteristics in area between standard wells. Horizontal wells often encounter sudden changes in lithology which may indicate that the formation is heterogeneous or that a fault is present.

This paper presents an overview of the reservoir conditions which lead to the recommendation of horizontal wells in certain oil fields in Egypt. In this study, models of logging tool's responses are provided and interpreted. The result of such interpretation was an improvement in formation evaluation and an estimate of the depth of investigation. Field examples present lithological identification of reservoir rocks using data from resistivity logs and radioactive logs. This was to identify the lithofacies properties and to conduct a close evaluation of the reservoir rocks.

## INTRODUCTION

The purpose of drilling horizontal wells is to increase productivity, to drain the reservoir more efficiently and to justify the cost of exploitation. Reservoirs with thin vertical pay thickness, potential coning problems, and fractured carbonates or shales have been the dominant targets to date. The general drilling philosophy is to traverse a large portion of the reservoir's productive interval (Bigelow, 1992). The early use of horizontal wells in the Middle East region has been to overcome excessive water production problems in reservoirs with vertical wells. This was the publicly stated reasons for the first use of horizontal wells in many countries including carbonate reservoirs in Turkey (by Shell), Cretaceous sandstone in the Western Desert of Egypt (by Khadda), and the Paleozoic sandstone of Southern Oman (by PDO). A good review of horizontal well applications is to be found in (Nurmi et al, 1995 and Giannesimi, 1992).

More and more horizontal wells have been drilled throughout the world and trend is still spreading. Techniques have been developed or are under processing in order to optimize the formation evaluation and the production through the horizontal section of the horizontal well. From this point of view, one of the most important needs is formation evaluation from horizontal wells which provide a potential means for better reservoir appraisal.

In a vertical well, the logging objectives are generally:

- Determination of the oil water contact.
- Determination of lithology and porosity.
- Evaluation of saturation.
- Identifying barriers in the reservoir.
- Determination of pressure and permeability.

In horizontal wells, these no longer apply for several reasons: Oil-water and gas-water contacts are being avoided because the well's objective is confined to oil zone; saturation is assumed to be constant from the start of the well project, and lithology is well known from local vertical wells although the information can be misleading. Logs in horizontal wells are used for:

- Identifying fractures,
- Evaluating saturation, lithology and porosity,
- Determining pressure and permeability and
- Identifying heterogeneities.

This paper is concerned with the analyses of MWD data of a particular case of horizontal well in the Gulf of Suez region. The data is interpreted to identify the lithofacies characteristics and petrophysical properties of reservoir rocks crossed by the horizontal section of the well.

## CANDIDATE RESERVOIRS FOR HORIZONTAL WELLS

Reservoir management teams must carefully consider the most effective direction for the horizontal trajectory across the reservoir. Consideration is not only to achieve optimum production, but also to perform measurements that are necessary to accurate reserve estimate. Horizontal wells are revealing that reservoirs are not as homogeneous or isotropic as assumed, a conclusion supported by results of enhanced oil recovery projects carried out during the past years (Giger et al, 1983, Singer, J., 1992 and Bigelow). There are many types of reservoirs where production can be significantly increased using horizontal wells.



In all curves of Figs. 4 through 8 the time difference percentage decreases, as the initial head ratio  $H_1/H_2$  increases. In fact, increasing  $H_1/H_2$  results in increasing the initial head,  $H_1$ , which corresponds to a higher value of the initial Reynolds' number. As reported above, higher values of Reynolds' number mean closer values of the exact and approximate values of the friction coefficient.

## CONCLUSION

A computer program is developed to provide accurate estimation of the time of emptying a reservoir connected to a pipe. The solution considers an accurate estimation of the friction coefficient. A comparison of the accurate and approximate times of emptying reservoirs shows that time estimates which consider approximate values of the friction coefficient may be in error by more than 25%. Such high error percentages may be for long pipes, small initial heads and small pipe diameters. On the other hand, if the approximate friction coefficient is used for short pipes, high initial head and large pipe diameters, the estimated time may be in error by less than 1%.

## APPENDIX NOTATIONS

The following symbols are used in this paper:

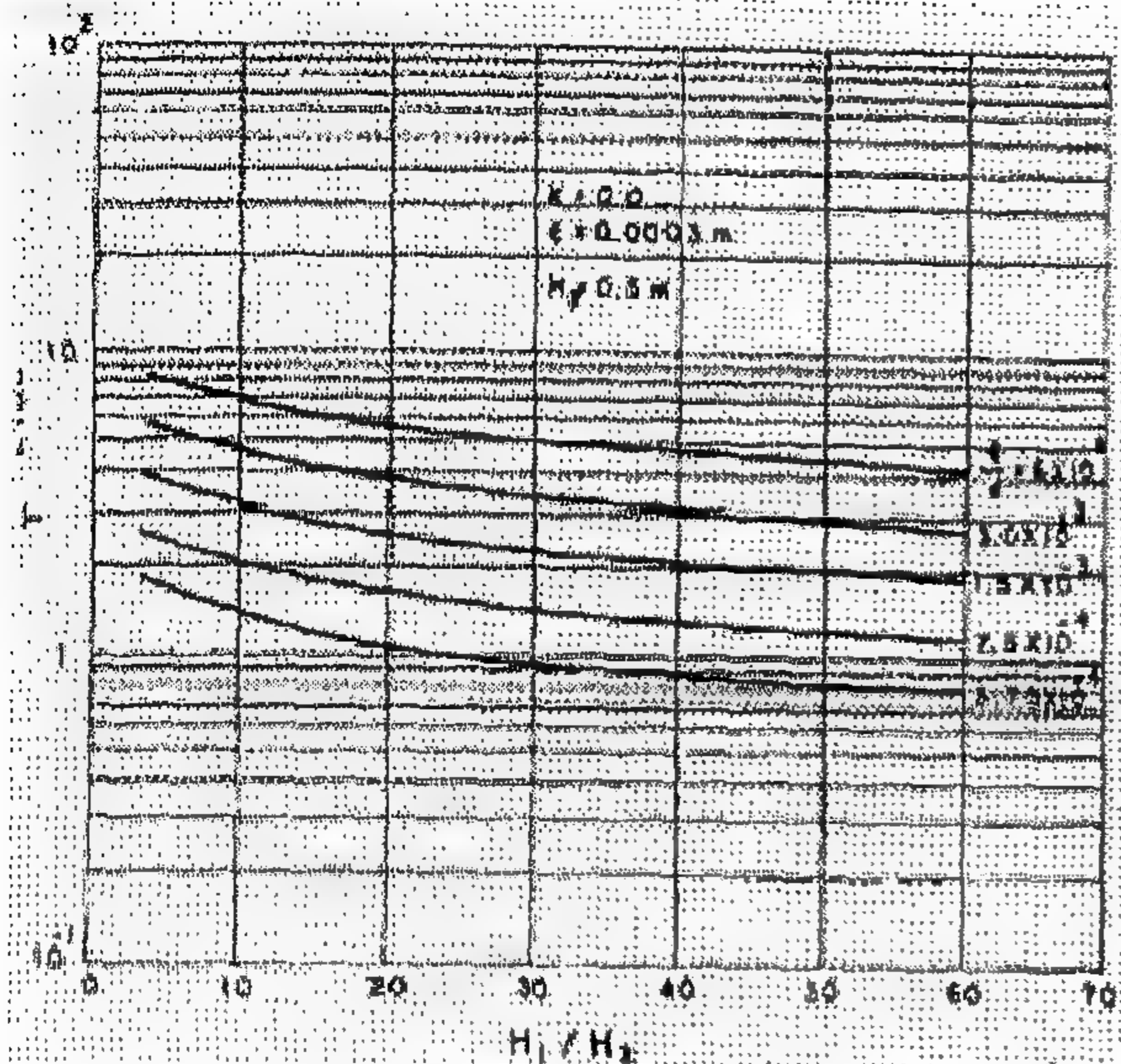
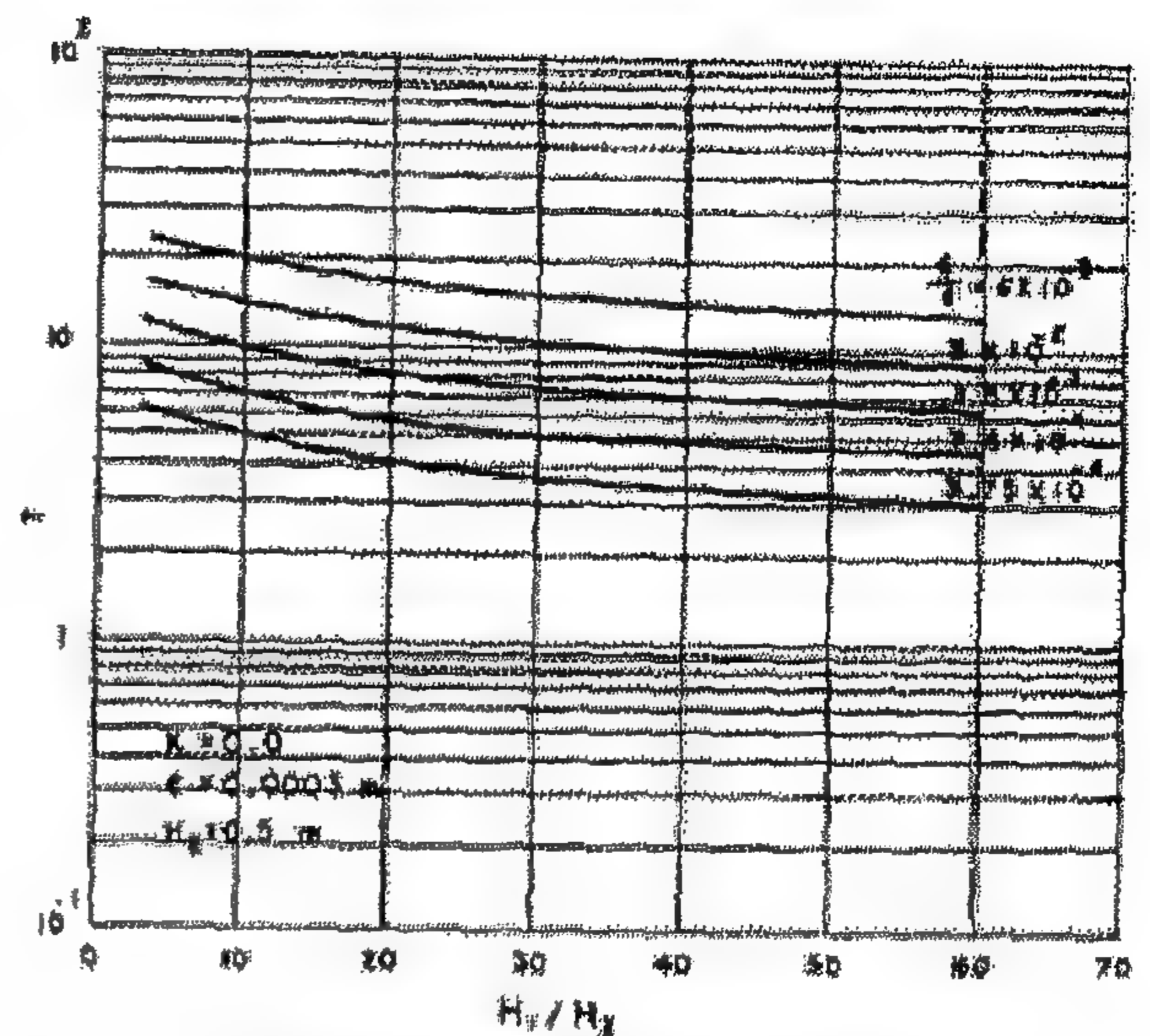
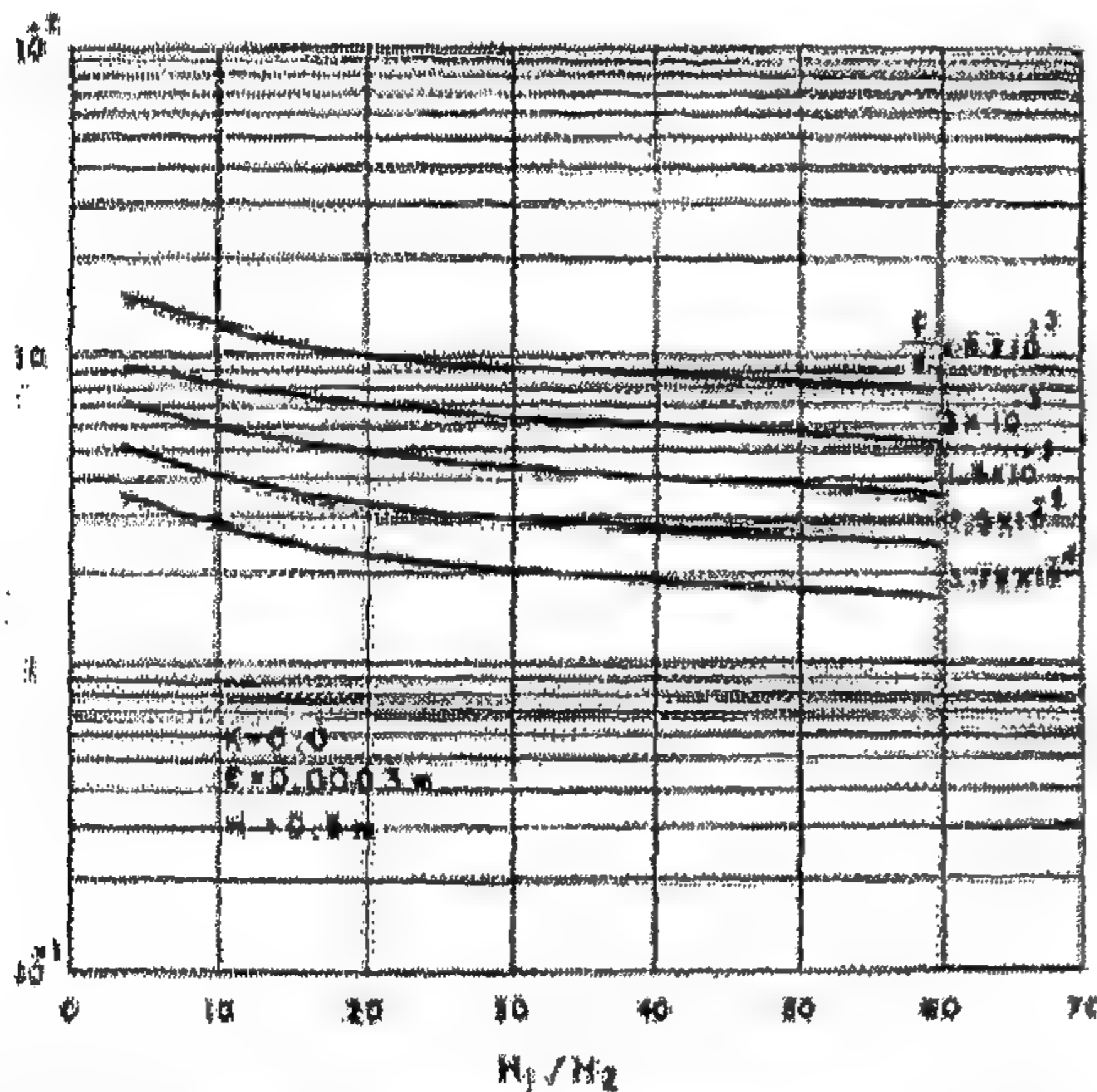
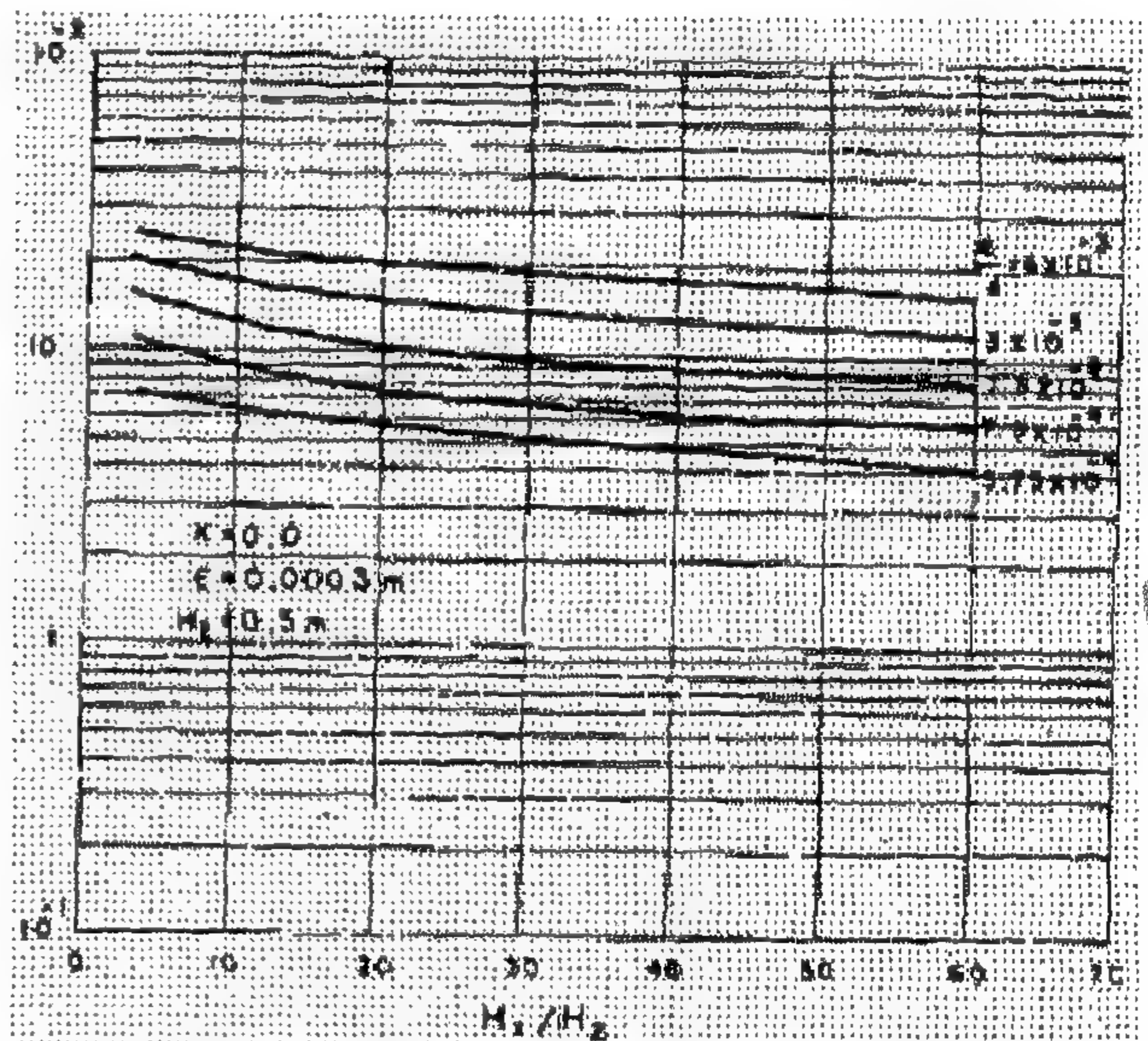
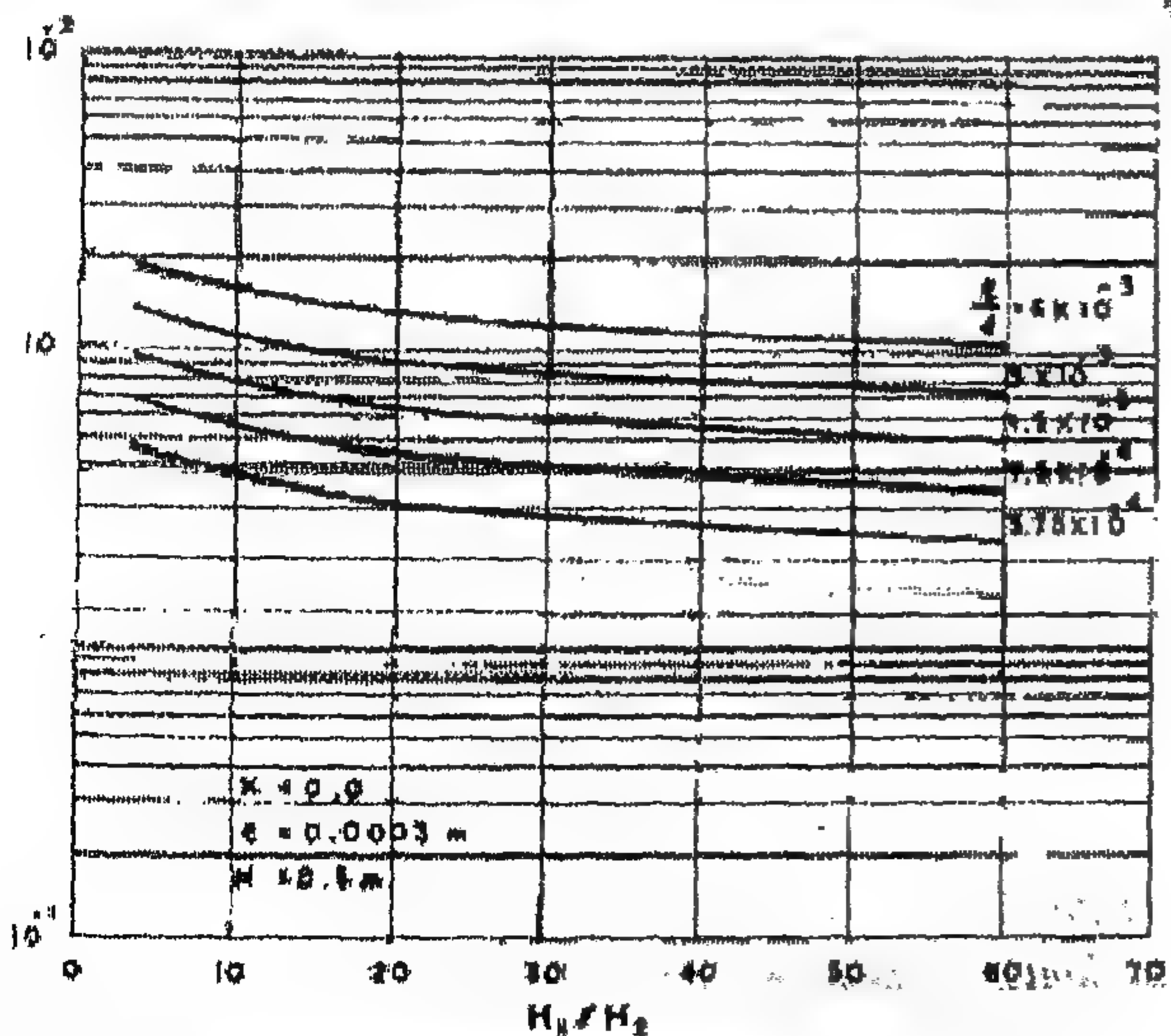
$A$	= quantity defined by Eq. (13)
$A_0$	= quantity defined by Eq. (16)
$A_r$	= cross-sectional area of reservoir
$a$	= cross-sectional area of pipe
$B$	= quantity defined by Eq. (14)
$C$	= constant defined by Eq. (5)

$C_1$	= quantity defined by Eq. (24)
$C_2$	= quantity defined by Eq. (25)
$C_3$	= quantity defined by Eq. (30)
$C_4$	= quantity defined by Eq. (29)
$C_5$	= quantity defined by Eq. (28)
$C_6$	= quantity defined by Eq. (27)
$C_7$	= quantity defined by Eq. (26)
$D$	= diameter of reservoir
$d$	= pipe diameter
$F$	= quantity defined by Eq. (19)
$f$	= friction coefficient
$f_a$	= approximate friction coefficient
$g$	= acceleration due to gravity
$H$	= head acting on a pipe
$H_1$	= initial head
$H_2$	= final head
$h_f$	= friction head loss
$h_m$	= head loss in fittings
$k$	= coefficient representing pipe minor losses
$L$	= pipe length
$Q$	= pipe discharge
$Q_{a1}$	= approximate pipe discharge at initial head
$Q_i$	= pipe discharge corresponding to initial head
$Q_{a2}$	= approximate pipe discharge corresponding to final head
$Q_f$	= pipe discharge corresponding to final head
$R$	= Reynolds' number
$T$	= time of emptying a reservoir
$T_a$	= approximate time of emptying a reservoir
$V$	= average pipe velocity; equivalent absolute roughness of pipe
$\nu$	= kinematic viscosity of liquid.

## REFERENCES

- [1] R. Khurmi, "A Textbook of Hydraulics," S. Chand & Co., New Delhi, 1978.
- [2] N. Hwang, "Fundamentals of Hydraulics," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1981.
- [3] V. Streeter and B. Wylie, "Fluid Mechanics," 1st Metric Ed., McGraw-Hill Co., New York, 1983.
- [4] J. Vennard and R. Street, "Elementary Fluid Mechanics," 6th Ed., John Wiley & Sons, 1982.
- [5] H. Hathoot, "Unsteady Flow in Pipes," Bull. Faculty of Engrg., Alexandria Univ., Vol. XXV, 1986 and Vol. XXVI, 1987.
- [6] P. Swamee and A. Jain, "Exact Solutions for Pipe Flow Problems," Journal of Hydraulics Division, ASCE, May 1976, pp. 657-664.
- [7] H.M. Hathoot, "Unsteady Flow through a Pipe with Fittings," ICID Proc. 6th Afro-Asian Regional Conference, Cairo, Egypt, Vol. 2, 1987.
- [8] S.W. Churchill, "Friction-factor Correlation Spans all Fluid-flow Regimes," Chem. Engrg., 84(24), 91-92, 1977.
- [9] L.G. James, "Principles of Irrigation System Design," John Wiley & Sons, New York, N.Y., 1988.
- [10] H.J. Finkel, Editor, CRC Handbook of Irrigation Technology, Vol. 1, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1982.
- [11] R.D. Von Bernuth, "Simplified Accurate Friction Loss Equation for Plastic Pipe," J. Irrig. & Drain. Engrg., ASCE, 116(2), 294-298, 1990.
- [12] H.M. Hathoot, "Minimum Design of Horizontal Pipelines," J. Transport. Engrg., ASCE, 110(3), 382-389, 1984.
- [13] H.M. Hathoot, "Minimum Design of Principles," J. Transport. Engrg., ASCE, 112(2), 465-480, 1986.
- [14] P.N. Cheremisinoff, N.P. Cheremisinoff and S.L. Cheng, Eds., Civil Engineering Practice, 2-Hydraulics/Mechanics, Technomic Pub. Co. Latonia, Ohio, Pennsylvania, 1988.



Fig. 4 - Time difference percentage versus initial head ratio ( $L = 100$  m)Fig. 7 - Time difference percentage versus initial head ratio ( $L = 2000$  m)Fig. 5 - Time difference percentage versus initial head ratio ( $L = 500$  m)Fig. 8 - Time difference percentage versus initial head ratio ( $L = 4000$  m)Fig. 6 - Time difference percentage versus initial head ratio ( $L = 1000$  m)

In Figs. 4 through 8, comparisons are made between exact and approximate estimations of the time of emptying cylindrical reservoirs for a variety of conditions. In Figs. 4 through 8, it can be seen that in all cases the time difference percentage increases as the pipe length increases. This may be attributed to the fact that for shorter pipe length resistance to flow is less and discharge is greater, and hence Reynolds' numbers are higher. By referring to the Moody diagram, it is shown that, at higher Reynolds' numbers, curves flatten and hence exact and approximate values of the coefficient of friction,  $f$  and  $f_a$  become closer to each other. For given values of  $L$  and  $H_1/H_2$ , it is clear that the time percentage difference increases as  $\epsilon/d$  increases. This is because, at higher  $\epsilon/d$  values,  $d$  is smaller and  $Q$  and hence  $R$  are smaller and, as mentioned above, as  $R$  becomes smaller, the difference between exact and approximate friction coefficients increases (Moody diagram).



emptying a reservoir, the friction coefficient was previously assumed constant and the flow was assumed fully turbulent. Equation (9) may be used to estimate the approximate time of emptying a reservoir, taking into account that the friction coefficient is independent of the discharge. Therefore, using Eq. (9) and substituting  $df/dQ=0$ :

$$T_a = - \int_{Q_{a1}}^{Q_{a2}} 2CA_r \left( \frac{f_a L}{d} + k \right) dQ \quad (35)$$

Integrating and simplifying:

$$T_a = 2CA_r \left( \frac{f_a L}{d} + k \right) (Q_{a1} - Q_{a2}) \quad (36)$$

### COMPUTER PROGRAM

It is evident that the integral of Eq. (23) is to be evaluated numerically. A computer program is presented to evaluate the actual time required to empty a cylindrical reservoir. The program is also designed to compare the accurate time with the approximate one taking into account a wide range of variables. In Fig. 2 is shown a detailed flow chart of the program.

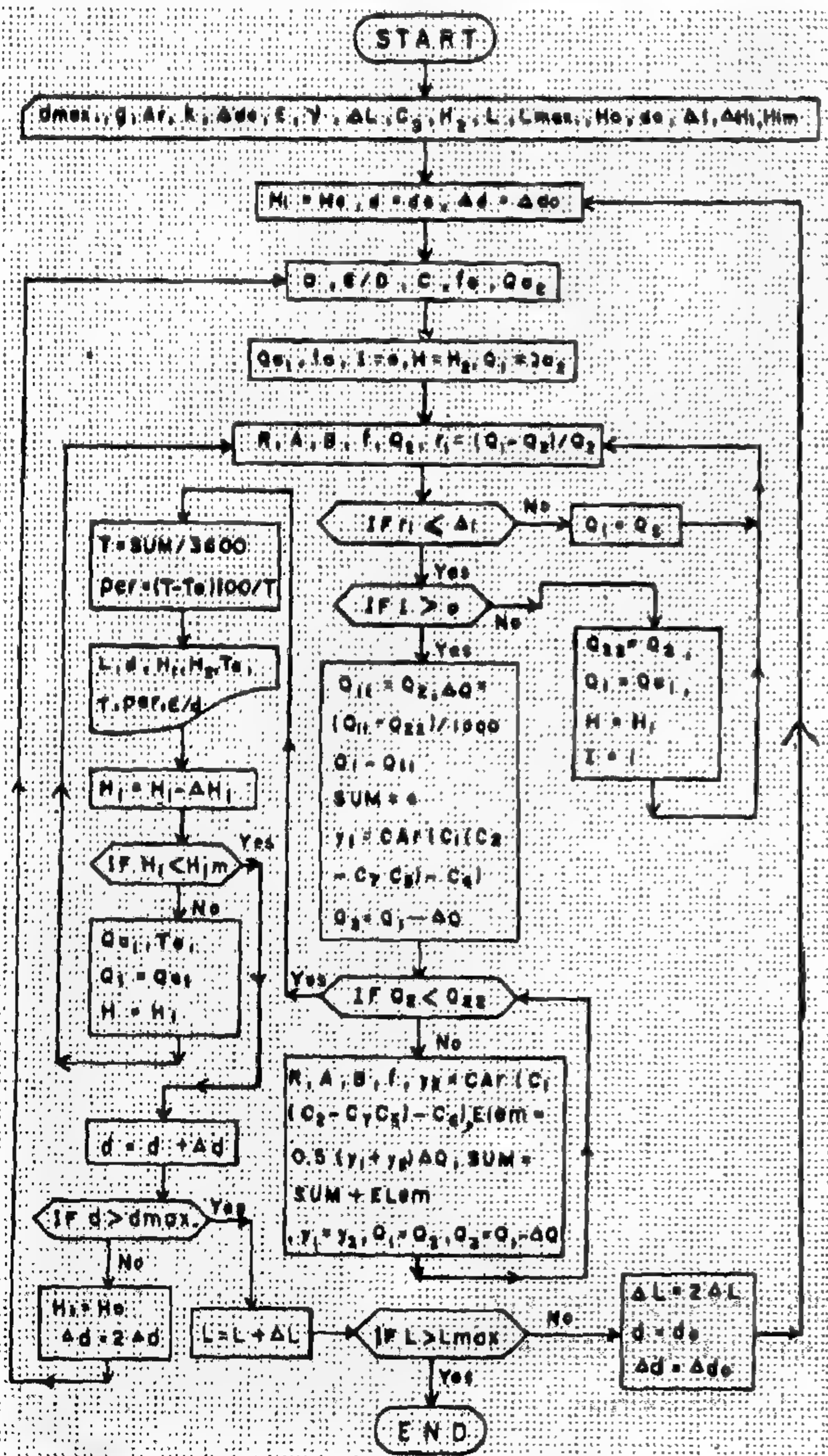


Fig. 2 - Flow chart of the computer program

### ANALYSIS OF THE RESULTS

A wide range of variables are considered, in applying the computer program of Fig. 2, to discuss and analyze the problem of emptying a cylindrical reservoir. The final acting head is fixed to the value  $H_2 = 0.5$  m. On the other hand, the initial head is given the values  $H_1 = 30$  m, 26 m, 22 m, 18 m, 14 m, 10 m, 6 m and 2 m. In all computer runs, the equivalent absolute roughness is taken  $\epsilon = 0.0003$  m and the kinematic viscosity  $\nu = 1.01 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s (water at 22°C). The pipe diameter ranges between 0.05 m and 0.8 m, whereas pipe length between 100 m and 4000 m.

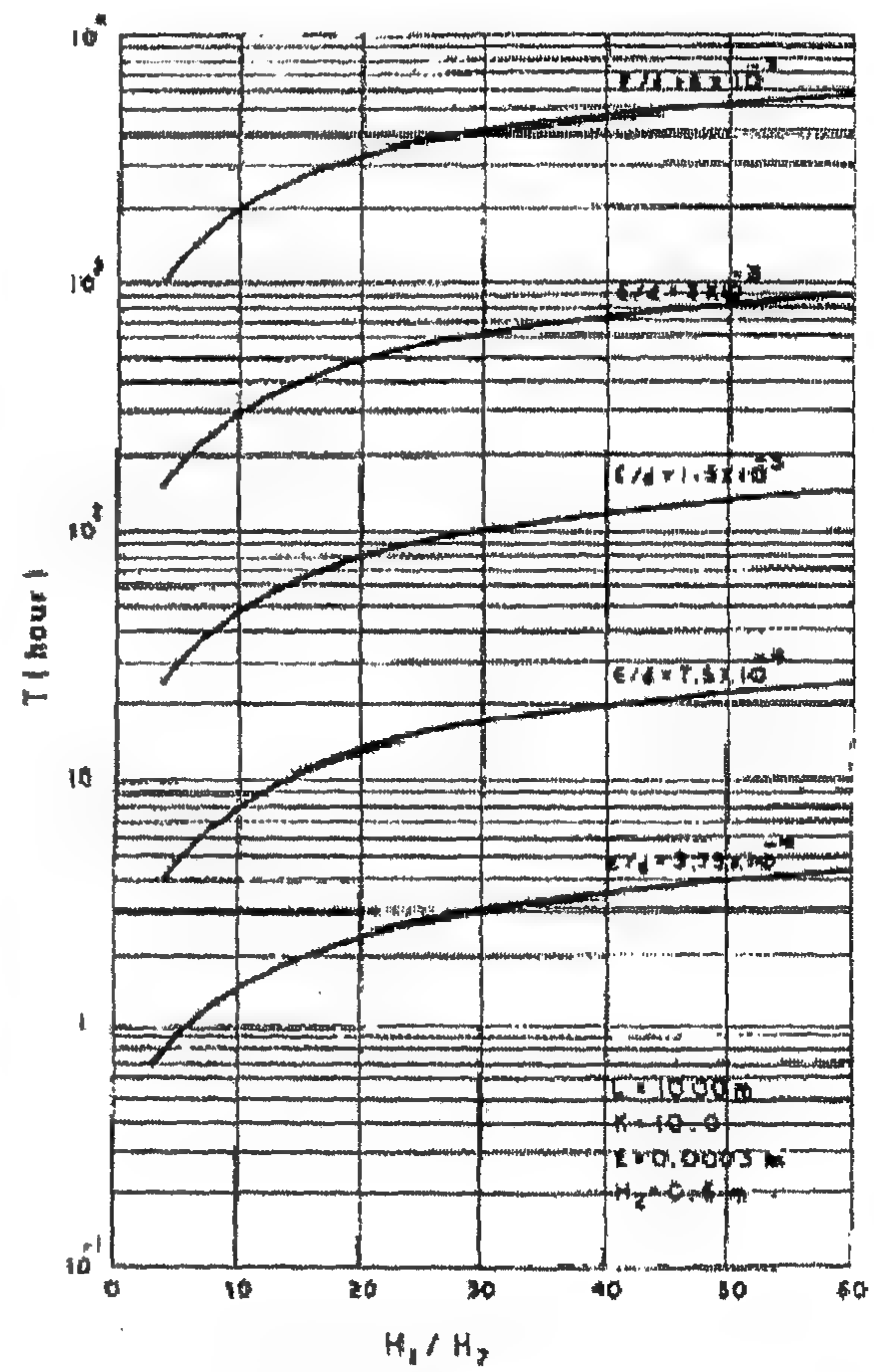


Fig. 3 - Exact time of emptying a cylindrical tank versus initial head ratio

In Fig. 3 is shown sketched the exact time versus the head ratio  $H_1/H_2$  for various pipe diameters for a length of 1000 m. The coefficient summing up form losses in the pipe is taken  $k = 10$ . It is evident from Fig. 3 that time increases as  $\epsilon/d$  increases. This should be expected since high  $\epsilon/d$  values mean more resistance to the flow and vice versa. It is also clear that curves are steeper at smaller head ratios; in other words  $\Delta T/\Delta (H_1/H_2)$  is greater at smaller head ratios. This is because  $\Delta T/\Delta (H_1/H_2) = (\Delta T/\Delta H_1) H_2$ , as  $H_2$  is constant and it is clear that for the same  $\Delta H_1$  time is longer at smaller initial heads than that at higher initial ones.

$$\frac{dA}{dQ} = -35.3808 A^{15/16} \left(\frac{f}{Q}\right) \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} \quad (18)$$

in which

$$F = \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + 0.27 \left(\frac{\varepsilon}{d}\right) \quad (19)$$

and

$$\frac{dB}{dQ} = -\frac{16 B}{Q} \quad (20)$$

Substitution of Eqs. (17), (18) and (20) into Eq. (15) yields:

$$\frac{df}{dQ} = -\frac{(8)^{12} L}{Q f^{11}} \left\{ \left(\frac{8}{R}\right)^{12} - \left[ \frac{2}{(A+B)^{2.5}} \right] \cdot \left[ 2.2113 A^{15/16} F \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + B \right] \right\} \quad (21)$$

Substituting  $df/dQ$  as given by Eq. (21) into Eq. (9), simplifying and rearranging;

$$T = \int_{Q_1}^{Q_2} C A_r \left\{ \frac{(8)^{12} L}{df^{11}} \left\{ \left(\frac{8}{R}\right)^{12} - \left[ \frac{2}{(A+B)^{2.5}} \right] \cdot \left[ 2.2113 A^{15/16} F \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} + B \right] \right\} - 2 \left( \frac{fL}{d} + k \right) \right\} dQ \quad (22)$$

For convenience Eq. (22) is put in the form:

$$T = \int_{Q_1}^{Q_2} C A_r \{ C_1 [C_2 - C_7 C_5] - C_6 \} dQ \quad (23)$$

in which

$$C_1 = \frac{(8)^{12} L}{df^{11}} \quad (24)$$

$$C_2 = \left(\frac{8}{R}\right)^{12} \quad (25)$$

$$C_7 = \frac{2}{(A+B)^{2.5}} \quad (26)$$

$$C_6 = 2 \left( \frac{fL}{d} + k \right) \quad (27)$$

$$C_5 = C_4 + B \quad (28)$$

$$C_4 = 2.2113 A^{15/16} F \left(\frac{7}{R}\right)^{0.9} \quad (29)$$

$$\text{and } C_3 = \frac{15}{16} \quad (30)$$

### Estimation of Integration Limits

As mentioned above the integration limits,  $H_1$  and  $H_2$  of Eq. (7), are replaced by the limits  $Q_1$  and  $Q_2$  of Eq. (9). Therefore, it is necessary to estimate  $Q_1$  and  $Q_2$  corresponding to  $H_1$  and  $H_2$ , respectively. According to Eq. (4), the pipe discharge is given by:

$$Q = \sqrt{\frac{H}{C \left( \frac{fL}{d} + k \right)}} \quad (31)$$

However, Eq. (31) is implicit since the friction coefficient,  $f$ , generally depends upon both Reynolds' number, hence the discharge, and the relative roughness of the pipe. The friction coefficient,  $f$ , given by Eq. (10) can be inserted into Eq. (31) which may be solved by trial and error. At the first trial step, a preliminary discharge may be estimated by assuming wholly rough turbulent flow. In this case, the friction coefficient (3,4,14) is given by:

$$f_a = \frac{1}{\left( 1.14 + 2.0 \log \frac{d}{\varepsilon} \right)^2} \quad (32)$$

in which  $f_a$  is the approximate friction coefficient.

Therefore the approximate discharge limits,  $Q_{a1}$  and  $Q_{a2}$  are given by:

$$Q_{a1} = \sqrt{\frac{H_1}{C \left( \frac{f_a L}{d} + k \right)}} \quad (33)$$

and

$$Q_{a2} = \sqrt{\frac{H_2}{C \left( \frac{f_a L}{d} + k \right)}} \quad (34)$$

The above  $Q_a$  values are then used to evaluate  $R$  and hence  $f$  and a second trial is made to find  $Q_1$  and  $Q_2$  and trials are continued till the difference between two successive estimated  $Q$  values becomes practically small.

### ESTIMATION OF THE APPROXIMATE TIME OF EMPTYING A RESERVOIR

As mentioned before in estimating the time of



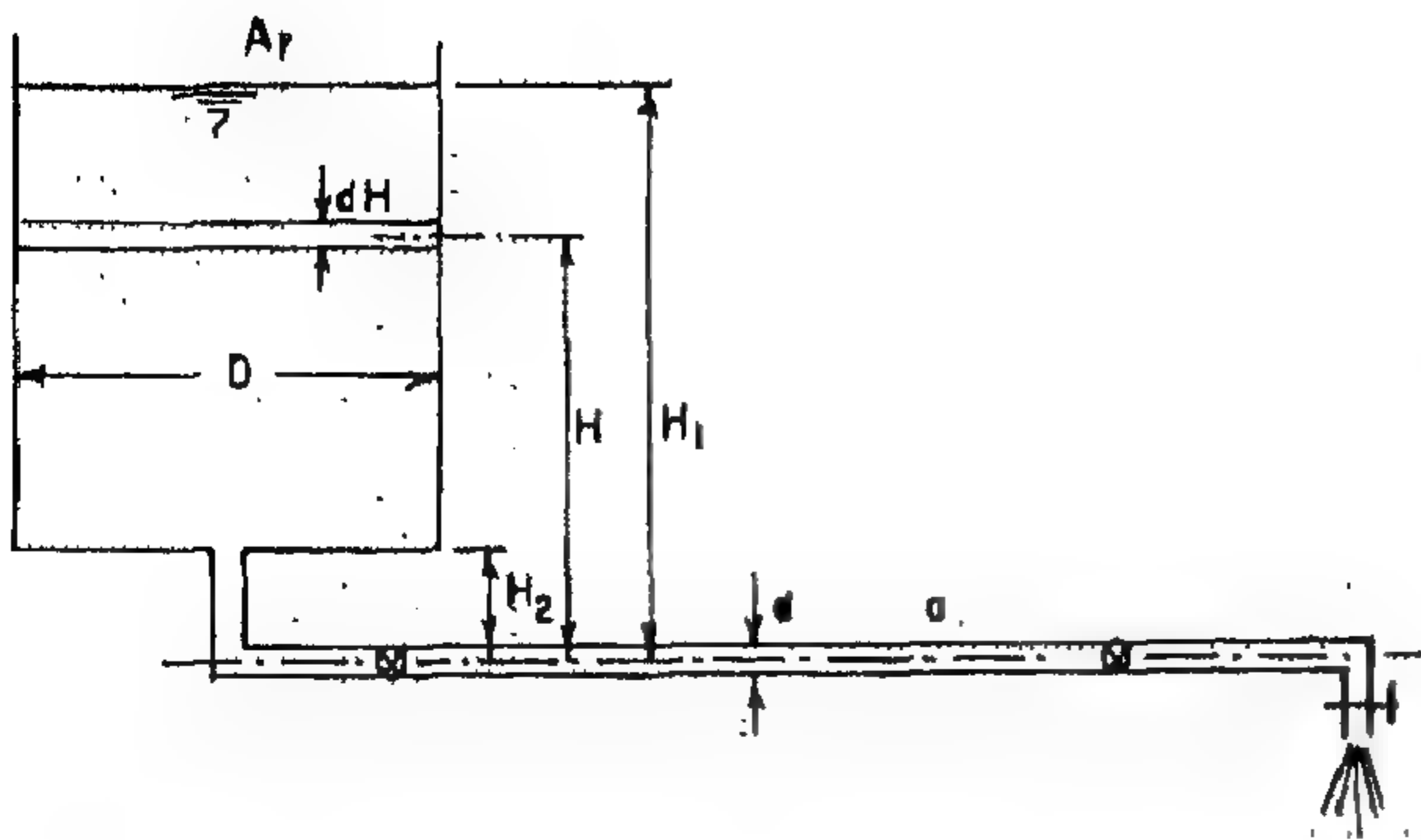


Fig. (1): Definition sketch of a cylindrical tank with a pipe

For steady flow through a pipe connected to a reservoir the head loss  $H$  is actually the liquid head in the reservoir which acts on the pipe (Fig. 1).

### b. Unsteady Flow

In the case of emptying a cylindrical tank, although the flow is unsteady, the instantaneous discharge,  $Q$ , is interrelated to the acting head,  $H$ , by Eq. (4). The differential equation describing such unsteady flow is:

$$QdT = -A_r dH \quad (6)$$

in which  $T$  is the time, and  $A$ , the cross-sectional area of the reservoir. The time required to lower the water surface from  $H_1$  to  $H_2$  above the pipe is given by:

$$T = \int_{H_1}^{H_2} \frac{A_r}{Q} dH \quad (7)$$

Referring to Eq. (4), it is evident that  $Q$  cannot be replaced by an explicit function of  $H$ . This is attributed to the fact that the friction coefficient,  $f$ , is a function of Reynolds' number which, in turn, is a function of  $Q$ .

### c. Changing the Integration Limits

For convenience, the integration limits  $H_1$  and  $H_2$  are to be replaced by the corresponding discharges  $Q_1$  and  $Q_2$  respectively. Also,  $dH$  is to be replaced by a term containing  $dQ$  and, hence, it is necessary to establish the correlation between them. Differentiating Eq. (4) with respect to  $Q$ , simplifying and separating variables:

$$dH = CQ \left[ \frac{QL}{d} \left( \frac{df}{dQ} \right) + 2 \left( \frac{fL}{d} + k \right) \right] dQ \quad (8)$$

Combining Eqs. (7) and (8):

$$T = - \int_{Q_1}^{Q_2} \frac{CA_r}{Q} \left[ \frac{QL}{d} \left( \frac{df}{dQ} \right) + 2 \left( \frac{fL}{d} + k \right) \right] dQ \quad (9)$$

Before evaluating  $(df/dQ)$ , it is convenient to discuss the friction coefficient and mathematical representation of the different zones on the Moody diagram.

### FRICITION COEFFICIENT

A number of equations were presented to represent one or more of the different flow regimes on Moody diagram (6,8). It has been found that the Churchill equation covers all the turbulent zones and extends to the laminar zone. Churchill equation provides the friction coefficient explicitly as:

$$f = 8 \left[ \left( \frac{8}{R} \right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \right]^{1/12} \quad (10)$$

in which  $R$  is Reynolds' number given by

$$R = \frac{vd}{\nu} \quad (11)$$

or

$$R = \frac{4Q}{\pi d \nu} \quad (12)$$

where  $\nu$  is the kinematic viscosity of the liquid,  $A$  and  $B$  are given by:

$$A = \left\{ 2.457 \ln \left[ \frac{1}{\left( \frac{7}{R} \right)^{0.9} + 0.27 \left( \frac{\epsilon}{d} \right)} \right] \right\} \quad (13)$$

and

$$B = \left( \frac{37530}{R} \right)^{16} \quad (14)$$

in which  $\epsilon$  is the equivalent absolute roughness of the pipe material.

It is worthy to note that in computing  $f$ ,  $A$  and  $B$ , double precision should be used since these quantities internally calculate very large and very small numbers and are therefore sensitive to round-off error (15).

### FINAL FORMULATION OF THE TIME INTEGRAL

Referring to the integral of Eq. (9), the quantity  $df/dQ$  is to be evaluated. Differentiation of Eq. (10) with respect to  $Q$  yields:

$$\frac{df}{dQ} = \frac{2}{3} (A_0)^{-11} \left\{ \frac{-12}{Q} \left( \frac{8}{R} \right)^{12} + \frac{d}{dQ} \left[ \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \right] \right\} \quad (15)$$

in which

$$A_0 = \left( \frac{8}{R} \right)^{12} + \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \quad (16)$$

we have

$$\frac{d}{dQ} \left[ \frac{1}{(A+B)^{1.5}} \right] = -1.5 \left[ \frac{1}{(A+B)^{2.5}} \right] \left[ \frac{dA}{dQ} + \frac{dB}{dQ} \right] \quad (17)$$

Differentiation of both  $A$  and  $B$  with respect to  $Q$  yields:

# ACCURATE ESTIMATION OF THE TIME REQUIRED FOR EMPTYING CYLINDRICAL RESERVOIRS CONNECTED TO PIPES

By

A.I. Al-Amoud\*; H.M. Hathoot\*<sup>□</sup>; and F.S. Mohammad\*

## ABSTRACT

The problem investigated in this paper is the accurate evaluation of the time required for emptying a reservoir of constant cross-sectional area in which a pipe is fixed.

In the analysis, a friction coefficient equation is considered which represents the different flow regimes on a Moody diagram satisfactorily. The approximate equation for estimating the time of emptying a reservoir, which is based on an approximate friction coefficient equation, is derived and discussed. A computer program for estimating the accurate and approximate times of emptying reservoirs is presented. On the basis of the computer program a number of graphs is provided and the factors affecting the time difference percentage are studied. It is found that in some cases the estimated approximate time is in error by more than 25%.

## INTRODUCTION

Unsteady flow in a pipe connected to a reservoir may occur in practice when it is needed to empty the reservoir for maintenance or for cleaning purposes. In addition, failure of the power used in filling a reservoir may cause the aforesaid unsteady pipe flow. In analyzing such pipe flow problems and estimating the time required to empty a reservoir the friction coefficient,  $f$ , was assumed to be a constant which depends only upon the pipe roughness (1). The above assumption means that the flow is wholly rough throughout the emptying process (2,3,4). In fact, the friction coefficient generally depends on both Reynolds' number and the pipe roughness. Moreover, pipe flow may be laminar if Reynolds' number is less than 2000 when the acting head in the reservoir is sufficiently small.

Hathoot (5) provided a solution for the above mentioned problem, taking into account the effect of variation of the friction coefficient. In his analysis, Hathoot considered the Swamee and Jain equation (6) which covers a significant portion on the Moody diagram and neglected the effect of pipe fittings. However, Hathoot (7) considered and further analyzed the effect of pipe fitting on the time of emptying a reservoir. The analyses mentioned above were limited to the range of validity of the Swamee and Jain friction equation. In this investigation, a technique is presented for estimating the time required for emptying cylindrical reservoirs, using a friction coefficient equation which completely covers the Moody diagram (8).

## THEORY

### a- General

In the case of steady flow through a pipe, many equations have been presented to estimate the friction head loss (9,10). However, the most reliable of them is that of Darcy-Weisbach (11) which may be written in the form:

$$h_f = \frac{fLv^2}{2gd} \quad (1)$$

in which  $h_f$  is the friction head loss,  $f$  the friction coefficient,  $L$  the pipe length,  $v$  the average velocity,  $g$  the acceleration due to gravity and  $d$  the pipe diameter. The form losses in the different pipe fittings may be written as:

$$h_m = k \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

in which  $k$  is the sum of pipe fitting coefficients for a pipe length  $L$  (12,13,14). The total head loss in a pipe may then be given by:

$$H = h_f + h_m = \frac{v^2}{2g} \left( \frac{fL}{d} + k \right) \quad (3)$$

For convenience, Eq. (3) may be put in the form:

$$H = CQ^2 \left( \frac{fL}{d} + k \right) \quad (4)$$

in which  $Q$  is the pipe discharge and  $C$  is given by:

$$C = \frac{8}{g\pi^2 d^5} \quad (5)$$

\* Dept. of Agric. Engrg., Col. of Agric., King Saud Univ., P.O. Box 2460, Riyadh, Saudi Arabia

□ On leave from Faculty of Engineering, Alexandria University, Alexandria, Egypt



## CONTENTS

### ARABIC SECTION:

- **Egyptian Petroleum Industry Development  
in the Phase of Production and Uses of Natural  
Gas and its Derivatives**  
Dr. Hamdy El-Banby..... 3
- **Overview on the UVBN Communities in Egypt  
(Pros. and Cons.)**  
Dr. Abdel Ghani Shaaban Abdel Azim..... 6
- **Dry-stone Construction**  
Dr. Arch. Mandouh K.A. Shaaban..... 27
- **Tourism in Katar**  
Prof. Dr. Ismail Amer..... 44
- **Settlements in the Evaluation of the National  
Urban Policy Study**  
Dr. Mostafa M. El Dinari..... 65

### ENGLISH SECTION:

- **Accurate Estimation of the Time Required for  
Emptying Cylindrical Reservoirs Connected  
to Pipes**  
Dr. A.I. Al-Amoud  
Dr. H.M. Hathoot  
Dr. F.S. Mohammad..... 3
- **Characterization of Lithofacies Properties of  
Reservoir Rocks using Combined Logging Data  
in Horizontal Wells**  
Dr. Gharib Moustafa Hamada ..... 9
- **Theoretical Study on the Performance of Air-lift  
Pumps**  
Dr. Kamal Ahmed Abed..... 14
- **A Novel Design of Agricultural Dryer**  
Dr. N.M. Khattab..... 19

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 1 - 1996

ISSN 1110 - 1253

## EDITORIAL BOARD

Editor - in - Chief  
Dr. EL-HEFNAWI, M.

Deputy Chief Editor  
Dr. SAKR, M. F

Treasurer and Gen. Sec.  
Dr. ABD EL-HALIM, A.R.

### Members:

Dr. ABDEL-GAWWAD, T.  
Dr. ABUZEID, M.  
Dr. ALLAM, A. K.  
Dr. AMER, H.  
Dr. EL-ADAWY NASSEF, M.  
ENG. EL-ASFOURY, A.M.  
Dr. EL-HASHIMY, M.M.  
Dr. EL-SOBKY, S.  
Dr. HAWWAS, M. ZAKI.  
Dr. KAMEL, A.M.  
Dr. SELIM, M.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

- \* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
- \* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
- \* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
- \* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
- \* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
- \* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
- \* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
- \* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

### Abroad

Individuals	75 US \$
Organisations	500 US \$



# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس - القاهرة ج.م.ع - ت ٥٧٤٠٤٨٨

ردم ١١١٠ - ١٢٥٣

المجلد الخامس والثلاثون - العدد الثاني ١٩٩٦

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التي تسهم في رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة ABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسنولة عن الآراء والمحتويات التي تنشر وهي تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفي سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا في حالات استثنائية وسيصغر أى منحنى إلى تلك المقاسات .
- ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

## اشتراكات المجلة :

- داخل البلاد :
  - ٢٠ جنيهاً الاشتراك السنوى للمهندسين
  - ٥٠ جنيهاً الاشتراك السنوى لغير المهندسين
  - ٥٠٠ جنيهاً الاشتراك السنوى للهيئات

## ● بالخارج :

- للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .
- والهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنوياً .
- وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .
- وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

## هيئة تحرير المجلة

رئيس التحرير

دكتور مهندس / مصطفى الحفناوى

نائب رئيس التحرير

دكتور مهندس / محمد فهم صقر

أمين الصندوق وشكرتير التحرير

دكتور مهندس / عبد الرازق عبد الحليم

## اعضاء

دكتور مهندس / احمد خالد علام

دكتور مهندس / توفيق عبد الجواد

دكتور مهندس / حامد حسنين عامر

دكتور مهندس / صلاح السبكي

مهندس / عبد الملك العصفورى

دكتور مهندس / على محمد كامل

دكتور مهندس / محمد زكى حواس

دكتور مهندس / محمد العدوى ناصف

دكتور مهندس / محمد محمد الهاشمى

دكتور مهندس / محمود أبو زيد

دكتور مهندس / محى الدين سليم

## محتويات العدد

### القسم العربى

#### - بلديات

- تخزين الطاقة فى هواء مضغوط  
د. كمال أحمد عابد ..... ٤٦

- أ. د. خالد علام ..... ٣

#### - التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية -

- قياس جانبية الخشونة للأسطح ذات الارتفاعات  
العشوائية - مقارنة بين الأسطح المنتجة فى عمليتى  
التحضير والتجليخ .  
د. ثروت زكى زهور  
د. عبد الرحمن موسى  
م. عليه محمد محمود مكاوى ..... ٥٠

- مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً  
د. أحمد محمد صلاح الدين عوف ..... ٥

### القسم الأفرنجى

#### - صناعة الغاز المصريه

- الفقد الحرارى نتيجة انسياب الرياح المختلط فوق  
غطاء المجمعات الشمسيه  
د. وجيه حافظ تادرس  
د. ماهر إميل السويفى ..... ٥٥

#### - الاستراتيجيات - الإنجازات - والتطلعات

- د. حمدى البنبى ..... ٣

#### - الهندسة القيمية فى مرحلة التصميم التخطيطى

م. طارق مصطفى

د. أحمد إسماعيل

- د. محمد حسن الزناتى ..... ٩

#### - الاعتبارات المعمارية لتثبيت أجهزة تكييف الهواء

#### على واجهات المباني السكنية

د. أحمد حسين شريف

- م. محمد جميل زين الدين ..... ١٨

#### - نظم الطاقة الشمسية للتدفئة والتهوية المستخدمة

#### فى مباني المناطق الريفية والنائية

أ. د. محمد كمال جوهر

- د. فاطمة عبد العال محمد ..... ٢٩

#### - القاهرة ، تجاه تحديات المواصلات والبحث عن حلول

- د. أسامة عبد الرحمن ..... ٣٣

#### - تقييم طول قناة مبطنة جزئياً

د. أحمد العمود

- د. حلمى حتوت ..... ٣٩

#### - معالجة وإعادة استخدام الحمأة

- د. فايزه على نصر ..... ٧٤



## بلديات

أ.د. أحمد خالد علام

البناء على الأرض الزراعية ، والقوانين المنظمة للعمران . هذا بالإضافة إلى زحف عمراني آخر على أرض الدولة الصحراوية في شكل تعديلات على أملاك الدولة .

وبعد زلزال ١٩٩٢ م وتزايد أعمال الشغب والإرهاب ، بدأت الدولة تأخذ بأسلوب تطوير المناطق العشوائية في مصر ، ويمثل هذا التطوير في مد شبكات مياه الشرب والصرف الصحي والكهرباء ، وتسوية ورصف بعض الطرق العامة ، وإقامة عدد من مراكز الخدمات الصحية ، وصرفت على إقامة هذه المشروعات مئات الملايين من الجنيهات .

ولا شك إن إقامة هذه المشروعات تساعد على تحسين والارتقاء بالمناطق العشوائية ، إلا أنه يجب أن تتمشى مع عمليات التطوير والأخذ بأسلوب التخطيط العمراني لهذه المناطق ، ففي غيبة هذا التخطيط الذي لم يطبق حتى الآن ، يخشى أن تستمر تيارات الهجرة إلى هذه المناطق فتتعدد مشاكلها أكثر .

أي يجب الأخذ بأسلوب التخطيط العمراني على كافة المستويات :

- فعلى مستوى الدولة يجب رسم خريطة لاستخدامات الأرض في مصر ، وقد قامت أخيراً كل من وزارة التخطيط ووزارة التعمير بتحضير هذه الخريطة دون التعاون بين الوزارتين ، لهذا يجب التعاون بين الوزارتين في إعداد خريطة استخدامات أرض مصر على أساس دراسات ميدانية للإمكانيات والاحتياجات لكل إقليم .

- وعلى مستوى الأقاليم ، صدر قرار جمهوري عام ١٩٧٧ بتقسيم مصر إلى أقاليم تخطيطية ، ولم ينفذ هذا التخطيط حتى الآن ، لهذا يجب إخراج هذا التخطيط إلى حيز الوجود ، والأخذ بأسلوب التخطيط الإقليمي ، لتخفيف التكدس السكاني حول النيل، وتوزيع السكان ، والخروج من الوادي الضيق

بدأت مشكلة الإسكان بتواضع شديد بعد صدور قوانين تخفيض إيجارات المساكن في أعوام ١٩٥٢ ، ١٩٥٨ ، ١٩٦١ ، ثم زادت المشكلة حدة وبدأت تظهر المناطق العشوائية نتيجة حدوث طفرتين كبيرتين هما :

- الطفرة الأولى ، وقد حدثت بعد حرب يونيو ١٩٦٧ م ، حيث ركزت الدولة كل الاستثمارات لإعداد الدولة للحرب ولم توجه أي استثمارات إلى الإسكان أو المرافق أو الخدمات .

- الطفرة الثانية ، وقد حدثت بعد حرب أكتوبر ١٩٧٣ ، والأخذ بسياسة الانفتاح الاقتصادي ، حيث زادت أسعار مواد البناء زيادة حادة ، وارتفعت قيمة أراضي الحضر ارتفاعاً خيالياً ، ولا سيما في وسط المدن .

ولقد أدى ذلك إلى زحف النمو العشوائي على الأراضي الزراعية بمعدلات كبيرة ، حيث أسعار الأرض أقل ، وحيث الطبقات ذات الدخل المحدود .

امتدادات عشوائية عبارة عن مساكن غير مستوفاة للشروط الصحية من تهوية وإضاءة طبيعية وشمس وشوارع ضيقة رطبة ، لا تتوفر فيها المرافق العامة ، ولا تطابق قانون تنظيم المباني من حيث مساحة عناصر الوحدة السكنية والأفنية ، كما لا تطابق قانون تقسيم الأراضي الفضاء ، الذي ينص على ألا تقل عروض الشوارع عن ١٠ متر .

وحررت الأجهزة التنفيذية المسئولة محاضر مخالفة ضد أصحاب هذه العقارات لمخالفتهم لهذين القانونين ، وصدرت أحكام القضاء بإزالة الأعمال المخالفة لقانوني تنظيم المباني وتقسيم الأراضي الفضاء ، ولكن تحت الضغوط الشعبية لم تنفذ أحكام الإزالة ، ثم قننت هذه المخالفات بعد ذلك .

واستمر الحال على هذا المنوال : زحف عمراني عشوائي على الأرض الزراعية متحدياً القوانين الزراعية، التي تجرم

إلى مجتمعات عمرانية جديدة ، صناعية وزراعية وسياحية ، وتنمية المناطق الريفية.

- على المستوى المحلى - مستوى المدن والقرى - صدر قانون التخطيط العمرانى عام ١٩٨٢ ، ولم يظهر أثر هذا التخطيط حتى الآن ، لذلك يجب وضع برنامج زمنى لالتهاء من تحضير مخططات عمرانية عامة لكافة مدن وقرى مصر ، ثم تحضير مخططات تفصيلية فى إطار هذه المخططات العامة

لحل مشاكل هذه المدن ومنها المناطق العشوائية .

- العمل على إيقاف ظاهرة إقامة المباني غير الشرعية ، تلك التى استشرت فى المناطق العشوائية بشكل وبائى ، وذلك بالوقوف وقفة حازمة وحاسمة لتطبيق التشريعات المنظمة للعمران ، والضرب على يد كل من يخالفها ، حتى لا يكون مسعانا الأذى والأبدى هو الجرى خلف المشاكل المتخلفة عن انتهاك المخالفين للقانون ، فالعلاج صعب والتكاليف باهظة .



## التصميم العمراني باستعمال الوحدات السلوكية: مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً

أ.م.د. أحمد محمد صلاح الدين عوف<sup>١</sup>

### ملخص:

هذه الورقة البحثية هي الثالثة في سلسلة أبحاث المؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمراني كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية ، والتي يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تتأقش هذه الورقة البحثية استعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل ووحدة قياسية لتصميم الفراغات العامة لما لها من خصوصية كوسيلة للفهم الاجتماعي و التعلم من المستعملين. يقدم البحث خصائص الوحدات السلوكية وطرق توليدها وكيف تؤثر على عملية التصميم وعلى الدور المنوط بالمصمم العمراني ، حتى يمكن استعمالها لإنتاج تصميمات عمرانية تتوافق مع السلوك العمراني للجماعات المختلفة. كذلك يناقش البحث المعلومات التي يتطلبها التصميم باستعمال الوحدات السلوكية ، مع مقارنتها بالعملية التصميمية التقليدية التي يفترض فيها المصمم معرفته بسلوكيات المستعملين وقدرته على توفير متطلباتهم العمرانية دون احتكاك مباشر بالمستعملين المستهدفين

### ١ - الوحدة السلوكية: أداة للتحليل و التصميم

يمثل الاهتمام باختيارات المستعملين كمؤثر رئيسي على عمليات التصميم أحد أهم الإضافات إلى مجال التصميم العمراني خلال العقدين الماضيين ، التي يعود الفضل في تقنينها إلى "كيفن لينش" و "كريستوفر أليكساندر" كإثنين من أهم المفكرين في هذا المجال<sup>٢</sup>. إلا أن الاهتمام بقياس سلوك المستعملين واستخدامه كأداة تصميمية، ظهر مع مصطلح "الوحدة السلوكية" الذي صاغه روجر باركر و هربرت رايت Roger G.Barker & Herbert F. Wright عام ١٩٥٥ ، للتعبير عن التركيب المعقد للسلوك الاجتماعي و البيئة داخل حيز فراغي و زمني محدد<sup>٣</sup>. فالوحدة السلوكية تمثل "شكلاً محدداً وقابلاً للتكرار للسلوك بين الأفراد يتم من خلاله ممارسة نشاط محدد بصورة محددة ومن خلال علاقات واضحة بين المشاركين". فالوحدة السلوكية تعبر عن السلوك المحلي للأفراد ، والتفاعلات

الاجتماعية على المستوى المحلي ، وتحتوي داخلها تفاصيل ثقافات المستعملين ، لذلك فهي ليست ثابتة عبر الثقافات ، وقد تحمل اختلافات طفيفة بين مجموعة سكانية و أخرى داخل نفس المجتمع. فبالرغم من أن بعض أشكال الوحدات السلوكية تبدو عامة ومفهومة عبر الثقافات مثل تناول الطعام، اجتماعات العمل، المحاضرات الجامعية، الحديث الودي بين أب وابن، إلا أنها لا تعبر عن نفس وسائل التفاعل الاجتماعي بين الأفراد و الجماعات ، و لا تعبر عن احتياجات فراغية متشابهة نظراً لتعبير كل منها عن ثقافة البيئة المحلية. وعلى سبيل المثال فإن محاضرة في جامعة مصرية قد تتطلب الفصل بين الجنسين في أماكن الجلوس بما يعبر عن تشكيل فراغي يخالف ما تتطلبه نفس المحاضرة في جامعة غربية ، حيث لا يمثل الفصل بين الجنسين محددًا اجتماعياً يجب احترامه.

١ - أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٢ - بالرغم من الاهتمام برؤية المستعملين للتصميمات وكيفية استقبالهم لها خلال النصف الأول من القرن الحالي في مجال الدراسات السلوكية وفي مجال علم النفس إلا أن الفضل في تقنينها في مجال التصميم العمراني يعود إلى "كيفن لينش" و "كريستوفر أليكساندر". أنظر المناقشة حول الاهتمام بالمستعملين كمشاركين في التصميمات في: عوف، أدوات التصميم

العمراني، منظور تاريخي ناقد؛ مجلة جمعية المهندسين المصرية؛ مارس ١٩٩٤

٣ - Roger G.Barker & Herbert F.Wright; Midwest and Its Children; N.Y.Harper &Row, 1955

يعطى مجالاً للاحتكاك المباشر بين المصمم وبين المستعملين. وبهذه الرؤية فإن التصميمات المبنية على الوحدات السلوكية تكون - من الناحية النظرية - أكثر توافقاً مع الثقافة المحلية، نظراً لاعتمادها على معلومات مباشرة من العميل، وبالتالي يتغير التصميم طبقاً لأي تغير ملحوظ في سلوك الأفراد أو المجموعات أو السلوك العام للجماعة. لذلك فقد أصبح اتخاذ "الوحدة السلوكية" كأساس لعمليات التحليل والتصميم العمراني اتجاهاً سائداً لدى المصممين المهتمين بالسلوك الإنساني والاجتماعي، كما أصبح البحث في خصائص الوحدات السلوكية، وكيف يمكن تحديدها وقياسها وتكرارها أو التصميم لها أحد المجالات البحثية الهامة خلال عقدى السبعينات و الثمانينات.

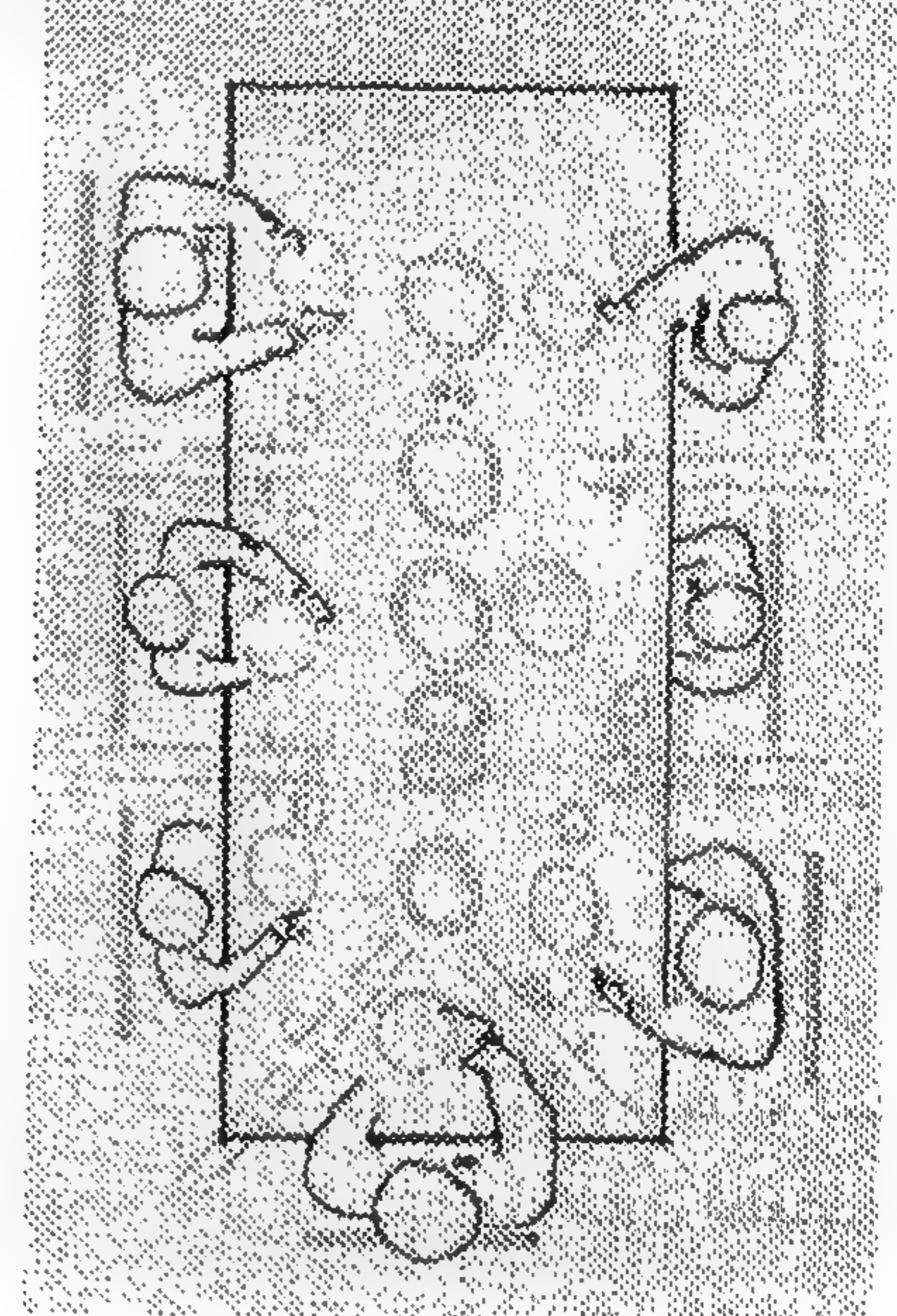
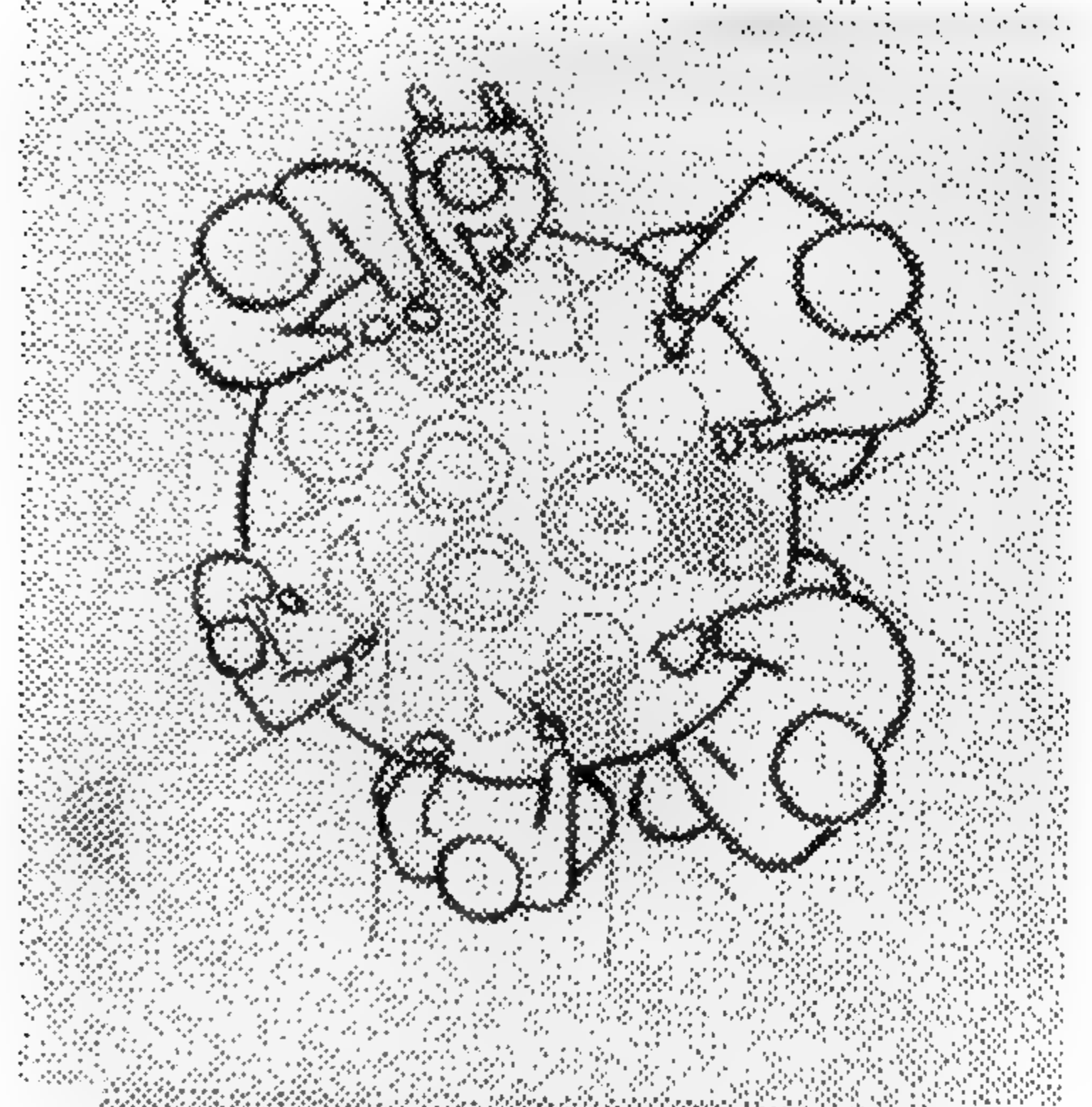
وقد أظهرت الدراسات أن الوحدة السلوكية التي يمكن استعمالها كوحدة للتحليل أو التصميم يجب أن تتوفر بها ثلاثة خصائص أساسية<sup>٢</sup>:

(١) غير معتمدة على أشخاص بعينهم: فهي لا تعتمد على شخص بعينه أو وجود شئ مادي بعينه لحدوثها، ولكن تقبل استبدال المشاركين فيها ما دامت تتم المحافظة على نفس الأدوار السلوكية لهم وبنفس الشكل.

(٢) منفصلة عن الظروف المحيطة: فهي منفصلة عن الوحدات السلوكية الأخرى المحيطة من حيث التوقيت و الفراغ الذي تشغله بالرغم من إمكانية احتوائها على وحدات جزئية داخل حدودها الزمنية و الفراغية.

(٣) ذات تكوين واضح غير عشوائي: فهي ذات تركيب محدد للعلاقات بين أجزائها وبين الأفراد المشاركين فيها وقابل للتكرار بنفس التكوين في كل مرة.

و "الوحدة السلوكية" تختلف عن "النسق"، الذي عرفه كريستوفر أليكساندر Christopher Alexander في لغة الأنساق، حيث أنها تركز على جانب العلاقات السلوكية أكثر من الحدود المادية التي يشملها النشاط بينما "النسق" يركز أكثر على الهيكل المكاني للنشاط أكثر من تركيزه على الجوانب السلوكية، وإن كان يتضمنها. فالغرض المطلوب من النسق كما حدده "أليكساندر" هو تكوين لغة عمرانية شاملة للجماعة المحلية من أجل بناء بيئة عمرانية كاملة و "حقيقية"، بينما



شكل رقم (١) يوضح نفس الوحدة السلوكية لتناول الطعام في ثقافتين محليتين مختلفتين داخل المجتمع المصري؛ الأولى (الشكل الأعلى) لا تمايز في تداخل الحيز الشخصي (Personal Space) للمشاركين بينما الأخرى (الشكل الأسفل) لا تسمح بمثل هذا التداخل بل توجب وجود مسافات عازلة بين الفراغات الشخصية.

وبالرغم من أن تعريف الوحدة السلوكية لم يكن موجهاً لمجال التصميم العمراني في بدايته، إلا أنه استعمل لهذا المجال عندما اكتشف المصممون قيمته في زيادة معرفتهم عما يريده المستعملون فعلاً وإحساسهم بعدم جدوى المنظور التقليدي الثنائي (Diadic image) لعلاقة المصمم - العميل<sup>١</sup> الذي لا

١- المنظور الثنائي التقليدي هو ذلك الذي يحافظ على دور المصمم كرجل ذي معرفة يقدم خدمة للعميل الذي يتلقى الخدمة بدون عطاء للمصمم أو تفاعل معه.

٢- خصائص الوحدات السلوكية مستقاة من "William F. LeCompt" ص.



المصمم العمراني تجاه سلوك المستعملين، وموقفه من رغباتهم الحقيقية ، والتي يمكن إيجازها في التالي:

(١) التصميمات لم تعد موجهة لإرضاء "أفراد يقومون بأنشطة" وإنما مجموعات من الأفراد بينهم تفاعلات اجتماعية مدروسة ومرتبطة ولهم احتياجات مكانية محددة، وهذا يعني أن المصمم أصبح يسعى لأكثر من تحديد "نوع النشاط" المتوقع ولكن أيضاً "نوع المستعملين" و"العلاقات" التي تحكم تفاعلاتهم المكانية.

(٢) المصمم العمراني تخلص عن موقف "توجيه سلوك المستعملين" إلى ما يجب أن يكون عليه أسلوب تعاملهم مع المكان ، وأصبح يتبنى موقف "فهم ومحاولة توقع سلوك المستعملين" (إلغاء فكرة الرؤية المثالية للمصمم).

(٣) استعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل و التصميم يشكك في معرفة المصمم عن سلوك المستعملين دون اتصال مباشر بهم وتدعو إلى اتخاذ موقف للتعلم من خلال عملية التصميم. وبذلك تكون مشاركة المستعملين في التصميم ضرورة ليس فقط بصورة غير مباشرة من خلال ملاحظة سلوكياتهم الفراغية ولكن أيضاً تفتح المجال أمام مشاركتهم المباشرة مع المصمم من خلال مناقشة التصميمات النهائية أو حتى المشاركة الفعلية في التصميم .

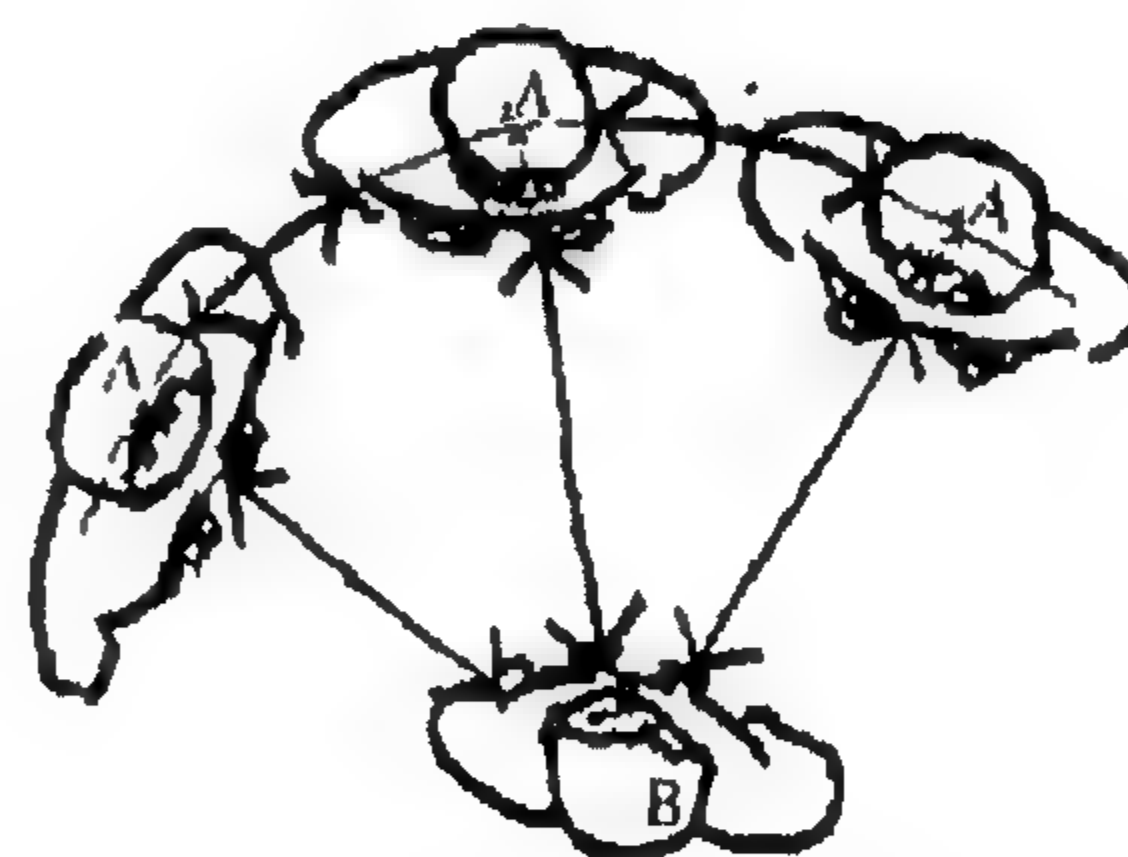
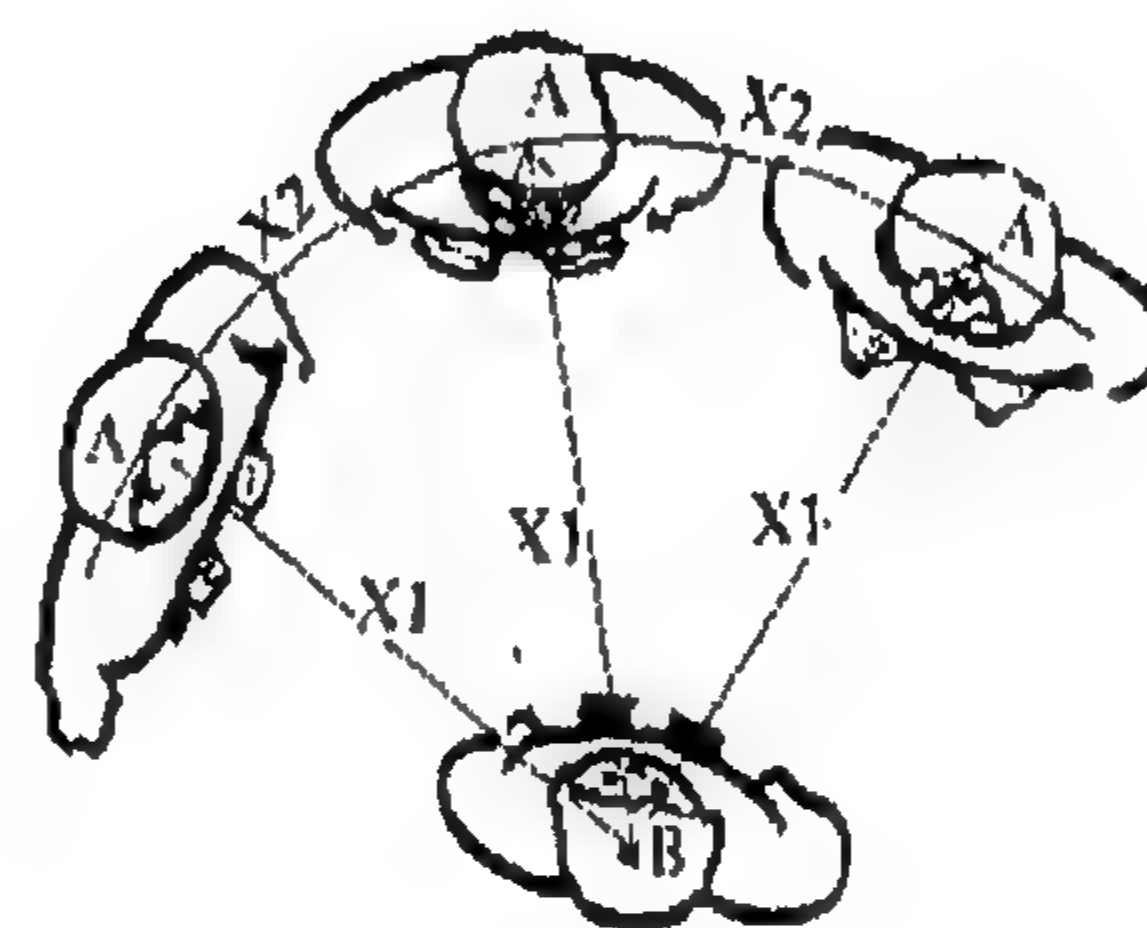
## ٢- المعلومات الأساسية اللازمة لعملية التصميم

وللتصميم باستعمال الوحدات السلوكية فإن المصمم يجب عليه أن يتعرف بصورة دقيقة وشاملة على سلوكيات المستعملين وليس فقط على نوع المستعملين أو عددهم أو فئاتهم العمرية كما هو الحال في الطرق التقليدية للتصميم. لذلك يجب أن تشمل المعلومات المطلوبة على بعض المعلومات المركبة التي تحدد العلاقات الاجتماعية للمستعملين ، والوحدات السلوكية المتوقع أن يشكلوها عند استعمال التصميم. وتكون المعلومات المركبة المطلوبة كالتالي:

(١) عدد الوحدات السلوكية مصنفة حسب النشاط.

(٢) عدد الوحدات السلوكية مصنفة حسب عدد الأفراد

الوحدة السلوكية نمط سلوكي يؤثر على جزء صغير ومنفصل من البيئة العمرانية يمكن من خلاله بناء الأنساق<sup>١</sup>. وبالرغم من أن مفهوم كلاً من الوحدة السلوكية والنسق يعتمد على الثقافة المحلية وغير قابل للاستعمال عبر الحدود المكانية والزمنية ، إلا أن "الوحدة السلوكية" أكثر قدرة على وصف السلوك الإنساني عن "النسق" الذي يقوم بوصف السلوك والحدود المكانية معاً. وبصفة عامة فإن استعمال أي منهما يساهم في شرح تركيب وكيفية عمل الفراغات الخاصة بالمجموعات و الأفراد<sup>٢</sup>.



شكل رقم (٢) يوضح الفارق بين نسق عمراني ووحدة سلوكية لنفس النشاط ونفس عدد ونوع المستعملين :

الوحدة السلوكية (الشكل الأسفل) تركز على العلاقات بين المشاركين وما ينتج عنها من تأثيرات مكانية بينما النسق (الشكل الأعلى) يأخذ في اعتباره كلاً من العلاقات المكانية والسلوكية في آن واحد.

واستعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل و التصميم يؤدي إلى تغييرات أساسية في هدف العملية التصميمية، ودور

١- استعمال لفظ "حقيقي" هو ترجمة مباشرة (Real) والتي استعمالها اليكساندر في معظم كتاباته، ويمكن تلخيص رؤيته في كلماته التالية: "قابلية سواء كانت صغيرة أو كبيرة هي تعبير ثلاثي الأبعاد عن الثقافة، وتنظيم لمستويات محددة ثقافياً كل منها يعبر عن نشاط أو مكان أو شيء وما يصاحبه من السلوك الإنساني" ، أليكساندر ص ٥١، في لاج ١٩٧٤

٢- هنا يجب ملاحظة اقتصر الوحدة السلوكية على وصف السلوك على مستوى تفصيلي بينما يمكن أن تغطي الأنساق التي وضعها "اليكساندر" أشكالاً عمرانية على مستوى إقليمي وقومي وحتى عالمي؛ أنظر كتاب لغة الأنساق، أليكساندر ١٩٧١

المشاركين.

٣) فترة بقاء كل وحدة سلوكية والزمن المتوقع لحدوثها خلال ساعات اليوم المختلفة.

٤) الأنشطة التي يمارسها الأفراد داخل كل وحدة سلوكية واحتياجاتهم للمكان و للفرش.

٥) العلاقات المكانيّة و الزمنية بين الوحدات السلوكية المختلفة أثناء تواجدها داخل الفراغ.

٦) الشروط الخاصة التي تحكم ، قد تكون بعض الوحدات السلوكية مثل ظروف مناخية معينة، وقت معين خلال اليوم، أو وجود نشاط آخر في نفس الفراغ.

٧) زمن الإشغال لكل وحدة سلوكية و الإجمالي التراكمي للزمن الذي يتم قضاؤه في كل الوحدات السلوكية داخل الفراغ، والذي يساوى وقت الإشغال لكل المستعملين.

فالمعلومات المركبة تعطى المصمم صورة حقيقية عن أسلوب المستعملين في التفاعل وسلوكياتهم ، بما يعنى أن المصمم يتبنى موقف "التعلم من المستعملين"، حتى يمكنه تحديد احتياجاتهم العمرانية الملائمة للوحدات السلوكية المتوقعة. أما استعمال المعلومات الأساسية فقط للتصميم طبقاً للمناهج التقليدية فيفترض أن المصمم "يعرف" وقادر على أن "يتوقع" الكيفية التي يتصرف بها المستعملون؛ وهو موقف تصميمي لم يعد مقبولاً عند التصدي لتصميم المناطق العامة. فاتباع توقعات المصمم ورؤيته الشخصية لمعرفة ما يحتاجه المستعملون فعلاً تصبح غير مقبولة وغير كافية حيث أنها تفتقد المصداقية، ويكون من الضروري إجراء مسح ميداني للحصول على بيانات حقيقية عن البيئة التصميمية المستهدفة. فالمصمم "لا يستطيع افتراض" نمط استغلال المستعملين للفراغ، ولكن "يجب عليه أن يتعلم" منهم الطريقة التي يودون فعلاً استعماله بها. فهذا المنهج التصميمي لا يعترف بوجود "سلوك مثالي" يجب أن يقوم به المستعملون ، حيث أن التصميمات تكون عملية ومتفاعلة مع السلوك الاجتماعي للمستعملين ومحققه لرغباتهم.

وتمثل البيانات التي يجمعها المصمم عن الوحدات السلوكية

للمستعملين حجر الأساس في العملية التصميمية، حيث تعطى المصمم فكرة كاملة عن الأنشطة التي يرغب المستعملون في مزاومتها بالفراغ العمراني، ويبدأ بعد ذلك دوره في اتخاذ القرارات بخصوص التصميم المقترح. وأول القرارات التصميمية التي يجب عليه اتخاذها هو تحديد الأنشطة وفئة المستعملين المطلوب التصميم لهم من خلال الإجابة على سؤاليين أساسيين:

١) هل يجب أن يسمح المصمم باستمرار مزاولة كل الأنشطة التي تمت دراستها بالفراغ موضع التصميم؟

٢) هل يسمح بنفس التكوين للوحدات السلوكية التي تمت دراستها؟ بنفس عدد الأفراد؟ وبنفس المدة الزمنية لكل منها؟

فربما يكون ظهور بعض الوحدات السلوكية أثناء المراقبة المنهجية راجعاً إلى التنظيم العمراني الحالي للمكان، أو لوجود نوع من الآثار الذي يشجع هذا النوع من النشاط، أو بسبب تعرض أو عدم تعرض المكان للشمس في ساعات معينة من النهار، أو لأن المكان بوضعه العمراني الحالي و ظروف إضاءته الحالية لا يجذب بعض الأنشطة الأخرى، التي قد تكون أكثر أهمية لوظيفة الفراغ العمراني موضع التصميم. كذلك قد تكون بعض الوحدات السلوكية التي تتم ملاحظتها غير مرغوب في استمرارها بشكلها القائم لعدم تناسبها مع الوظيفة الجديدة المطلوب إضافتها إلى المكان ، أو نوع آخر من المستعملين مطلوب جذبهم إلى الفراغ العمراني بعد إعادة تصميمه.

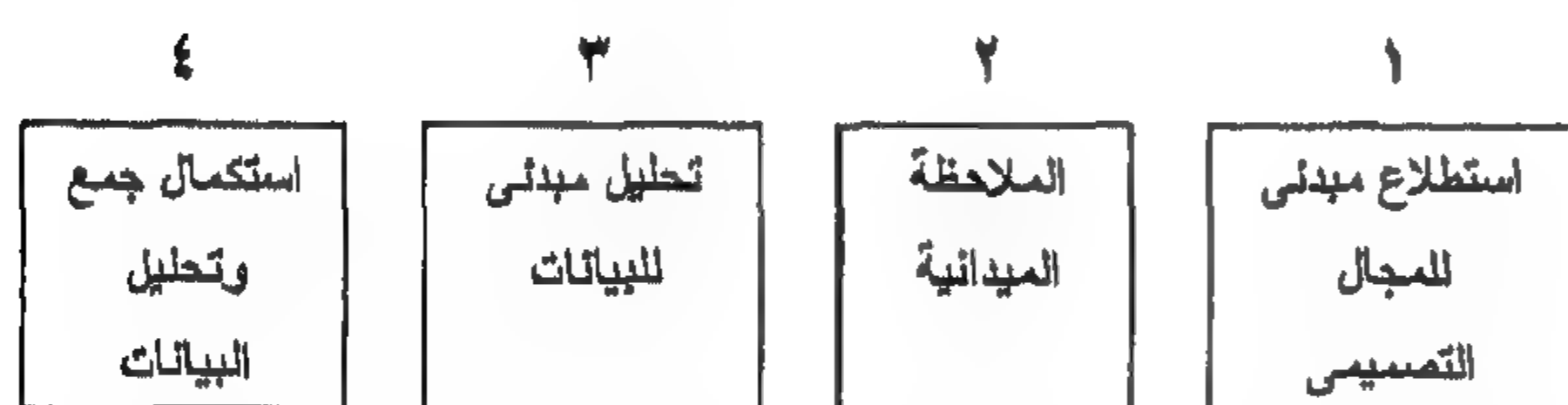
لذلك فإن المصمم قد يختار - بناءً على مشاركة من المستعملين أو ممثليهم - أن يطرد بعض الوحدات السلوكية غير المرغوبة من الفراغ، أو تقليص مشاركة بعض فئات المستعملين عن طريق تغيير الخصائص العمرانية للفراغ. فقد يكون السماح بأحد الوحدات السلوكية الخاصة بالشباب الصغار سبباً في عدم إقبال فئات عمرية أخرى أو فئات نوعية من المستعملين (ذكور أو إناث) على المشاركة في أنشطة الفراغ

\* أثبتت الملاحظة المنهجية التي قام بها طلاب مقرر التصميم العمراني بدبلوم تخطيط المدن بكلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٥-١٩٩٦ أن بعض المحال العامة بشوارع رئيسية بمدينة القاهرة أصبحت غير مرغوبة لاستعمال الكثير من العائلات والفئات النوعية من المستعملين نظراً لتحول الساحات الخارجية لها أو الأرصفة المقابلة لها إلى مناطق مفضلة لوحدات سلوكية غير مرغوبة لبعض الفئات العمرية الشابة. وفي بعض الأحيان كان وجود مثل هذه الوحدات السلوكية بتشجيع من إدارة هذه المحلات كنوع من الدعاية لها إلا أنها أدت إلى جذب بعض الفئات العمرية والنوعية غير المرغوبة وطرد فئات عمرية ونوعية أخرى مرغوبة.



والعملية التصميمية باستعمال الوحدات السلوكية تحتاج وقت أكثر لمرحلة جمع المعلومات حيث تتراجع خطوة جمع البيانات وتحليلها عن كونها خطوة تمهيدية فى العملية التصميمية التقليدية لتسبقها الخطوات التالية:

- (١) مرحلة الملاحظات الاستطلاعية لتحديد الوحدات السلوكية المطلوب جمع البيانات عنها ، وطريقة الملاحظة وأوقاتها.
- (٢) جمع البيانات من خلال عملية منظمة وجيدة الترتيب للتأكد من أن البيانات تمثل الوحدات السلوكية بصدق.
- (٣) تحليل أولى للبيانات لتحديد ملامحة منهج جمع البيانات لمستوى التفاصيل المطلوبة.
- (٤) استكمال جمع وتحليل البيانات عن الوحدات السلوكية موضع الاهتمام و جزئياتها التى تظهرها الملاحظات الأولية متضمنة: تردد الحدوث، متوسط عدد الأفراد، فترة استمرار، الهيكل الداخلى للعلاقات، واحتياج الوحدة للمكان.



شكل رقم ٤ - : مرحلة جمع وتحليل البيانات فى عملية التصميم باستعمال الوحدات السلوكية

وأحد القرارات الهامة التى يجب أن يقررها المصمم فى هذه المرحلة هو قدر التفاصيل المطلوب جمعه وتحليله عن الوحدات السلوكية موضع الدراسة، وإذا ما كان يمكن التوفير فى الوقت و التكلفة عن طريق تقليص حجم التفاصيل المطلوبة أو تقليل عدد الوحدات السلوكية المطلوب التعرف عليها. فعلى سبيل المثال يمكن تقليص وقت و تكلفة مرحلة جمع البيانات عن طريق جمع الوحدات السلوكية المتشابهة أثناء مرحلة جمع وتحليل البيانات. فعلى سبيل المثال يمكن جمع الوحدة السلوكية الخاصة بالمحادثة فى مجموعات متوسطة ٣ - ٥ أفراد "واقفين" مع الوحدة السلوكية للمحادثة الخاصة بنفس العدد من الأفراد "الجالسين" بالرغم من اختلاف حاجتهم للمكان و الفرش، إذا ما كان الفارق فى التفاصيل غير هام.

كذلك فإن أحد القرارات الأساسية عند التصميم باستعمال الوحدات السلوكية هو اختيار المنهج المناسب لجمع البيانات ، ثم تحليلها اعتماداً على الظروف المادية للفراغ العمرانى

العمرانى ولذلك يختار المصمم تحجيم الوحدات السلوكية الخاصة بالشباب لجذب الوحدات السلوكية الخاصة بباقي المستعملين -والعكس صحيح. كذلك قد يكون توفير المكان والفرش المناسب للوحدات السلوكية للأطفال سبباً فى جذب الوحدات السلوكية الخاصة بالفئات العمرية المتوسطة التى ترتبط بها ، فى نفس الوقت الذى تطرد الوحدات السلوكية لكبار السن و الشباب.

### ٣- جودة التصميم والعملية التصميمية

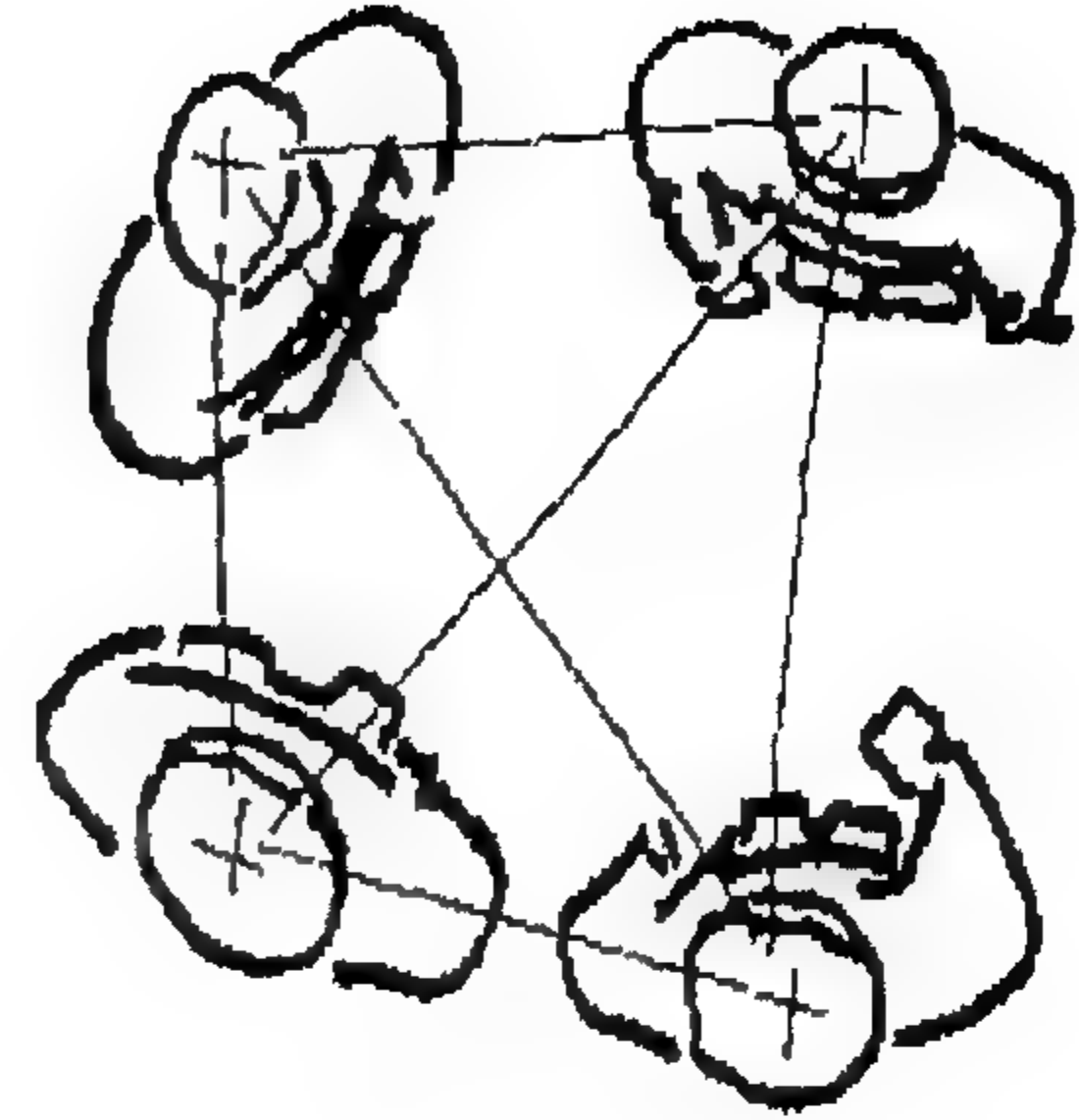
يتطلب استعمال الوحدات السلوكية المتوقعة للمستعملين كأداة للتحليل والتصميم العمرانى خطوات مختلفة للعملية التصميمية عن تلك المستعملة فى عملية التصميم التقليدية، فخطوة جمع البيانات عن المستعملين و بيئتهم العمرانية تتغير أهميتها و ترتيبها داخل العملية التصميمية كما ستأتى مناقشتها لاحقاً. كذلك فإن نتائج العملية التصميمية التى تستخدم الوحدات السلوكية يمكن تقييمه على أساس معايير جودة مختلفة عن المعايير المادية المتعارف عليها مثل نسب الفراغ أو نوع التشطيب ، حيث أن هدف التصميم هو " توافق التصميم مع سلوكيات المستعملين وليس إيجاد تصميم وظيفى جميل" كما هو متوقع من عملية التصميم التقليدية. كذلك فإن حدود تدخل المصمم فى سلوك المستعملين للتصميم النهائى تكون فى "إعطاء إمكانية لسلوك أو نشاط" أو "تقليل قدرة المكان على استقبال أنشطة بعينها" ، وليس التصور التقليدى "بقدرية التصميم على توجيه سلوك المستعملين"

شكل رقم ٣ - مقارنة بين عملية التصميم التقليدية وتلك التى تستعمل الوحدات السلوكية

وجه المقارنة	عملية التصميم التقليدية	عملية التصميم باستعمال الوحدات السلوكية
دور المصمم	توجيه وتنظيم أنشطة المستعملين	تحقيق رغبات المستعملين
الهدف الأساسى	إيجاد تصميم وظيفى جميل	توافق التصميم مع سلوكيات المستعملين
حدود التصميم	قدرة التصميم على توجيه سلوك المستعملين	إعطاء إمكانية لسلوك أو نشاط
التعلم أثناء التصميم	المصمم يستطيع افتراض نمط استغلال المستعملين للفراغ (العملية لا تتضمن تعلم)	المصمم يجب عليه أن يتعلم من المستعملين أنماط استغلالهم

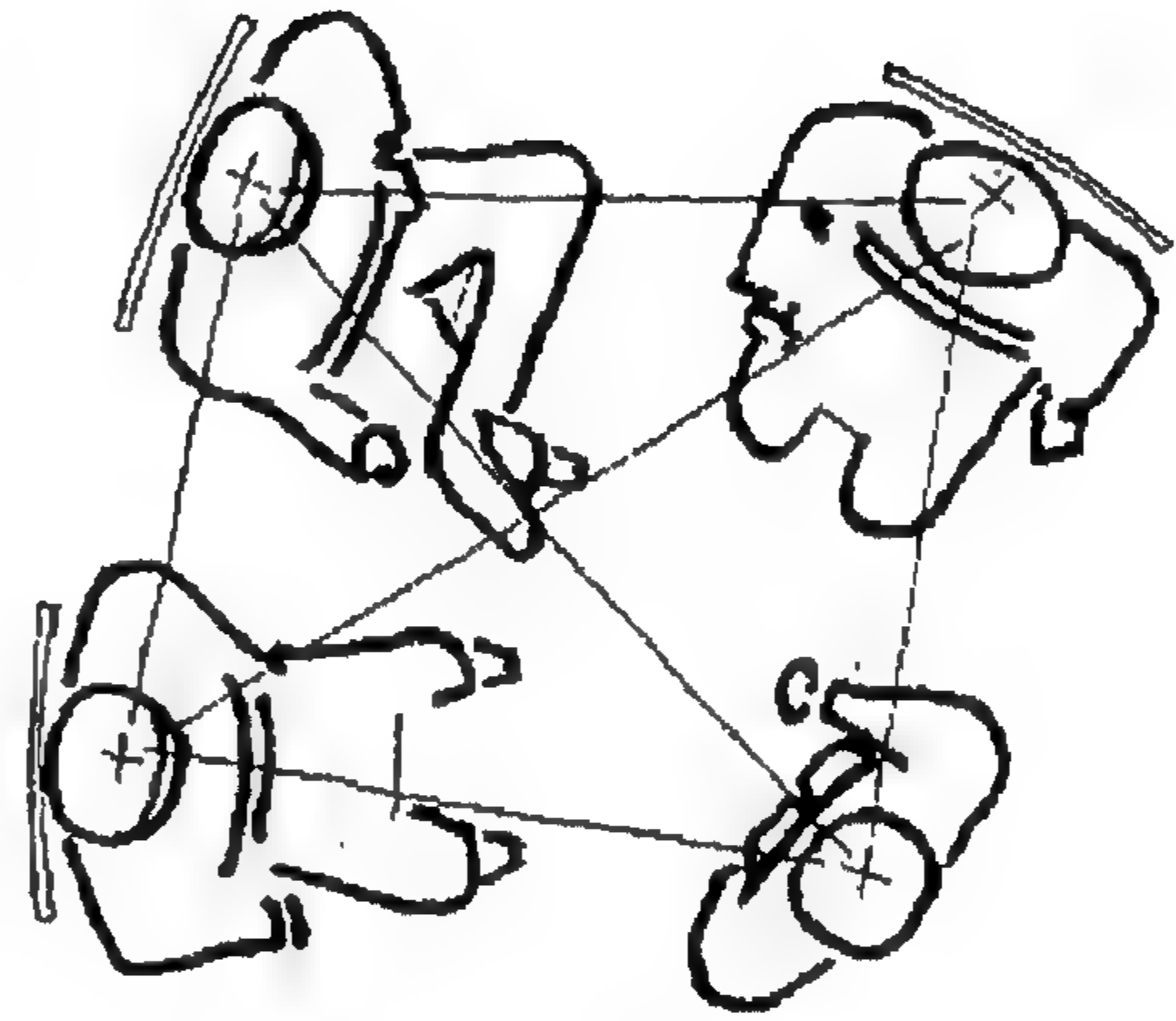
\* لمناقشة مطولة فى هذا الموضوع ، أنظر أموس رابوبورت ١٩٧٧ ص. ٢٩٨ -

زمني، رسم كروكيات، أو رسم توزيع الوظائف بالفراغ، ... الخ. فبعض هذه المناهج تكون عالية التكلفة، وتتطلب وقتاً كبيراً وعدداً كبيراً من الأفراد لتطبيقها بدقة للحصول على تفاصيل دقيقة، بخلاف مناهج أخرى تكون قليلة التكاليف، ولا تحتاج عدداً كبيراً من الأفراد لتطبيقها\* إلا أن نتيجتها تكون تفاصيل أقل. وبصفة عامة فإن اختيار المنهج المناسب لجمع البيانات يؤثر على كل خطوات العملية التصميمية التالية له، وعلى قدرة المصمم على التعرف على تفاصيل سلوك المستعملين، إذا ما رأى ضرورة حصوله على تلك التفاصيل.



#### ٤ - خلاصة

يظهر من العرض السابق أن استعمال الوحدات السلوكية كأدوات للتحليل والتصميم العمراني يؤثر بصورة مباشرة على تسلسل العملية التصميمية ونوع المعلومات التي تتطلبها. فبدلاً من اعتماد المصمم العمراني على معلوماته الشخصية عن المستعملين ومتطلباتهم التصميمية، فإنه يحاول التعلم منهم، ومعرفة متطلباتهم الحقيقية وتوفيرها بأقل تدخل ممكن من جانبه. وبذلك يكون الهدف الأول للعملية التصميمية، هو "تحقيق تصميم يتناسب مع الثقافة المحلية للعميل، ويكون قادراً على التلاؤم السريع مع التغيرات السلوكية المحتملة في سلوك الجماعة"، وليس "تحقيق تصميم وظيفي جميل". وبذلك يكون استعمال الوحدات السلوكية كأداة للتحليل والتصميم العمراني أحد أهم الأدوات التي يمكن أن يستند إليها المصمم للوصول إلى تصميم عمراني متلائم مع ثقافة المستعملين، في نفس الوقت الذي يستفيد منه في زيادة معرفة المصمم عن المجتمع المحلي وتأكيد دور العملية التصميمية كعملية.



شكل رقم ٥ - : إمكانية وجود نفس الوحدة السلوكية في أكثر من شكل مكاني

ونوع المستعملين والسلوك المطلوب جمع البيانات عنه. فتحديد المنهج المناسب لجمع البيانات يجب أن يتناسب مع كل حالة تصميمية على حدة، فهي تتنوع من التصوير على فترات

\* لمناقشة الطرق المختلفة لملاحظة سلوك المستعملين، انظر وايت ١٩٨٠ ص. ٧٦-٧٩ و ص ١٠٢-١١٠

#### المراجع:

1. Ahmed S. Ouf, *Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach*, Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993
2. -- --, *Image of Metropolitan Areas; The Case of Greater Cairo Region*, M.Sc. Thesis, Department of Architecture, Cairo University 1984
3. Amos Rapoport, *Human Aspects of Urban Form*, N.Y.: Pergamon Press, 1977
4. Christopher Alexander, *The Pattern Language*, Berkeley: University of California Press, 1971
5. Lang et. al., *Designing for Human Behaviour*, Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1974.
6. Robert Sommer, *Personal Space; The Behavioral Basis of Design*, N.J.: Prentice-Hall, Inc. 1969
7. Whyte, William H., *The Social Life of Small Urban Spaces*, Washington D.C.: The Conservation Foundation, 1980



## REFERENCES

- PHA (1992). "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 18th ED., American Public Health Association, Washington.
- Dolfing, J., Griffioen, A., Van Neerven, A. R. W. and Zevenhuizen, L. P. T. M. (1985) , " Chemical and Bacteriological Composition of Granular Methanogenic Sludge" , *Can. J. Microbial.*, 31, 744- 750 .
- El- Abagy, M. M., Kamel, M. M. and Shaaban , A. M. (1994), " The Effect of Sludge Treatment Systems on Removal of Bacterial Indicators and Salmonellae", *J. Union Arab Biologists* 1 (B), 101 - 112 .
- Furlhacker, M.; Haberl, R. (1995), "Composting of Sewage Sludge in Rotating Vessel", *The Second Middle East Conference, Cairo, Egypt, March 1995* .
- Heijnen, J. J. (1983) . Development of high - rate Fluidized - bed Reactor . In *Proceedings European Symposium Anaerobic Wastewater Treatment* . Noordwijkerhout, The Netherlands, 259- 274 .
- Hossam, A. A.; Saad, S. G.; Mitwally, H.H.; Saad, L. M., and Noufal, L. (1990) . "Solar Energy for Sludge Drying in Alexandria Metropolitan Area- Case Study in Egypt," *Water Sci. Tech.* 22 (12): 193 - 204 .
- Mata- Alvarez, J., Cecchi F., Pavan P. and Fazzini G., (1990), *Performances of Digesters Treating the Organic Fraction of Municipal Solid Waste Differently Sorted* , *Biological Wastes*, 33, 181 - 199 ,
- Zimmer, S. H.; Ali, E. B.; Amer, E. A.; Massoud, F. I., and Ismail, M. M. (1995), " Composting of Sewage Sludge in Greater Cairo" , *The Second Middle East Conference, Cairo, Egypt, March, 1995* .

The results show that with fixed-bed digester higher percentage of COD, BOD, bacterial removal and gas production can be obtained than with the stirred digester. This may be due to that in a completely mixed digester the acidogenic and methanogenic bacteria had to be made to live together which hinders the process. However, in the fixed-bed digester the media would enable the two microorganisms to be separate which speeds up the process (Dolling et al., 1985).

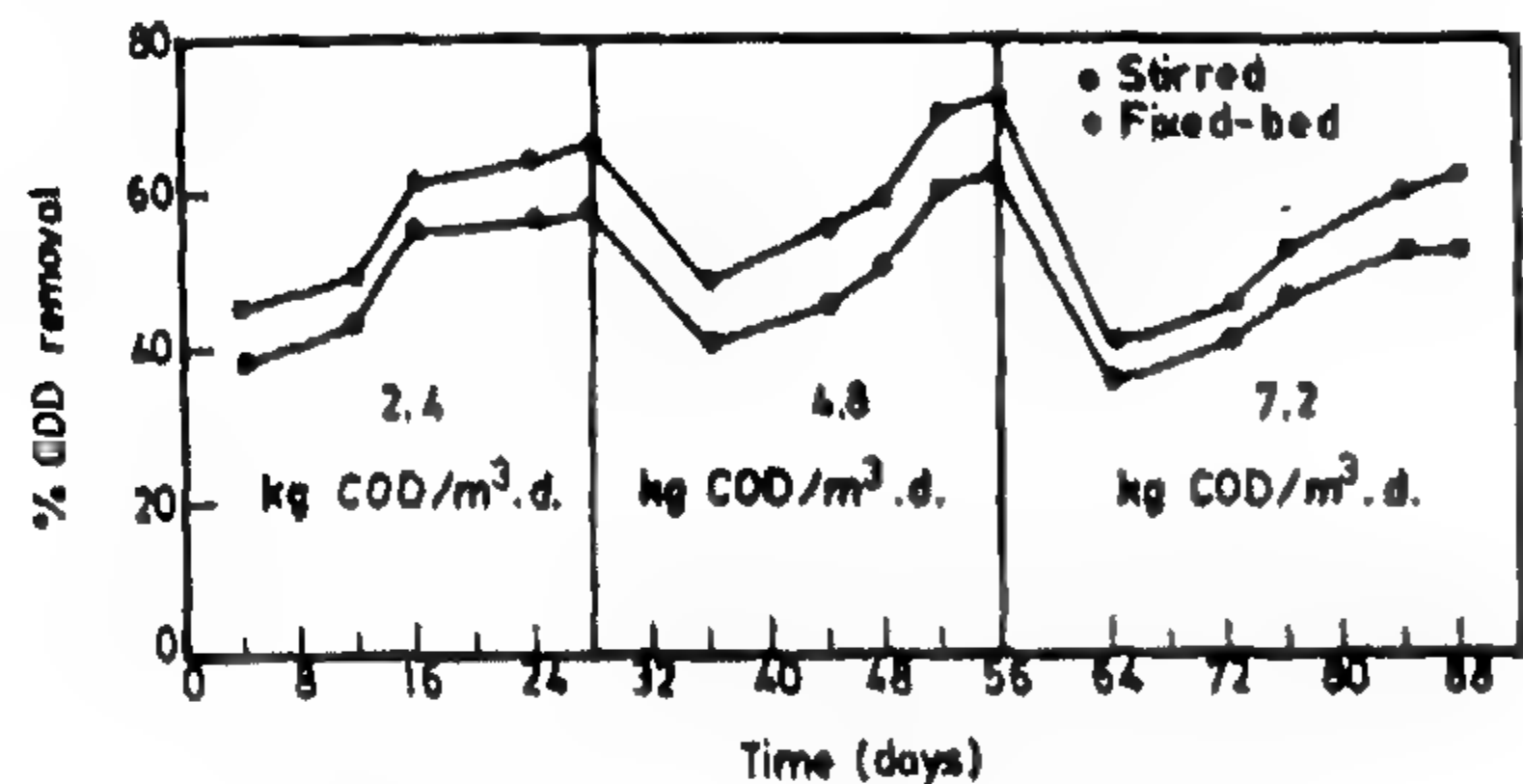


Fig 2- Effect of organic loads on the performance of anaerobic digesters

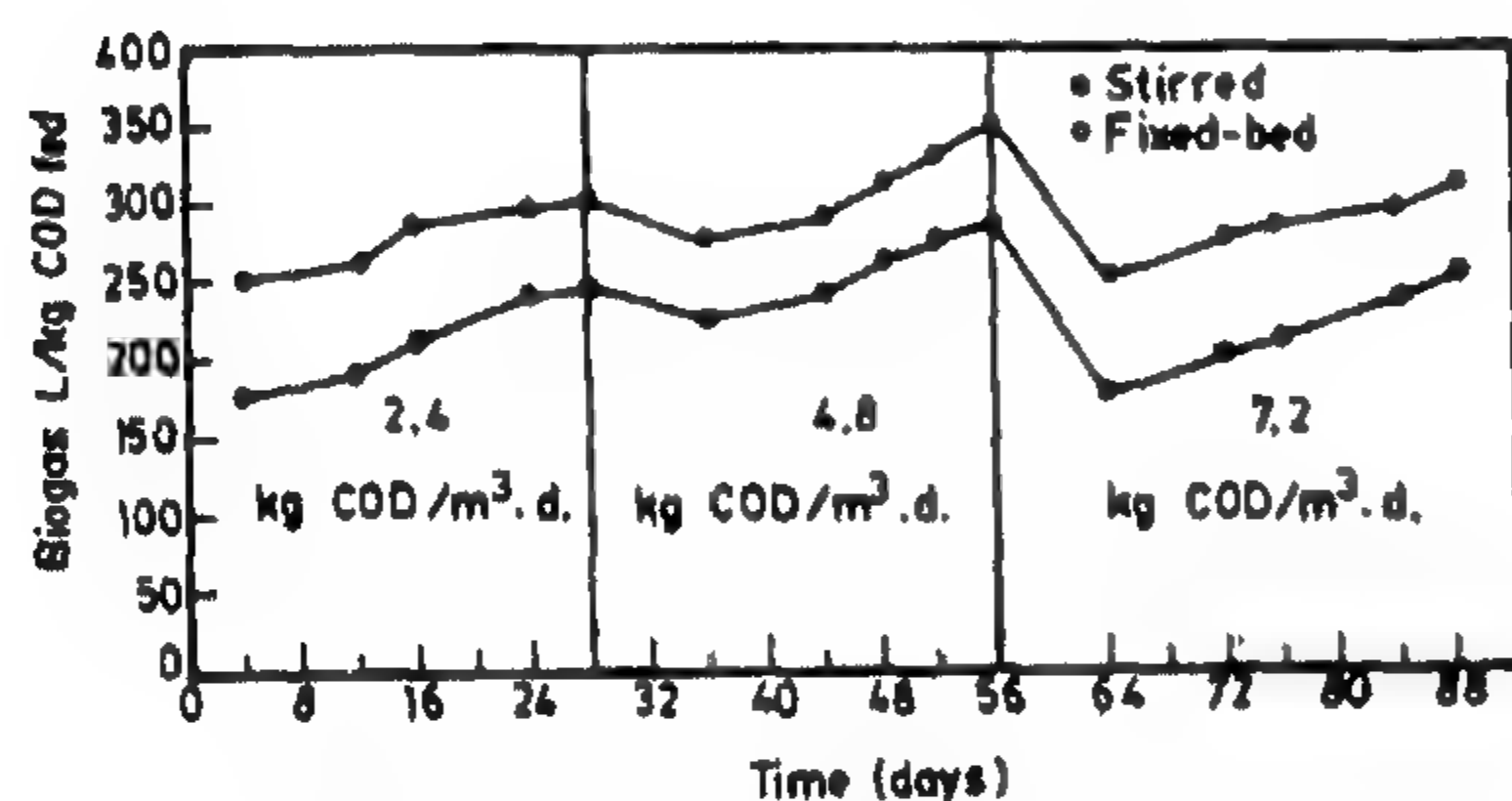


Fig 3- Effect of organic loads on biogas production from anaerobic digesters

### Composting Method

Composting of sewage sludge initially containing 39.2 % dry matter has been investigated. The results obtained (Table 2) show that the total solids increased from 39.2% to 93% after 42 days, while organic matter decreased with time which indicates that the sewage sludge had been biologically decomposed. During the process of composting, there was an increase in the total nitrogen and phosphorus content by 22% and 33%, respectively. From table (2) complete removal was achieved for Salmonella within one week and Faecal coliform after five weeks. Coliphage was more resistant to the composting conditions, where only

34.7% was removed after six weeks. Faecal streptococci was reduced by 63.5% after six weeks of the treatment. The reduction of the tested bacterial parameters was referred to shortage in available water, increase of nutrients and toxic materials concentrations. These results were confirmed by several investigators (Hossam, et al, 1990, and Zimmer, et al, 1995). From these findings, it is clear that the composted sludge can be used as commercial fertilizers without introducing hygienic problems to the environment.

Table 2- Results of the experiments with composting method

Characteristics	Units	Days						
		0	7	14	21	28	35	42
Dry matter	% of fresh material	39.2	48.6	53.1	62.7	74.6	91.8	93.2
VOM	% of Dry matter	62.6	59.3	53.2	50.1	46.9	43.8	37.6
Total Nitrogen	% of Dry matter	1.16	1.19	1.22	1.29	1.31	1.35	1.41
Total Phosphorus	% of Dry matter	1.22	1.29	1.31	1.35	1.42	1.51	1.58
Faecal Coliform	% Removal	—	9.6	25.6	24.4	27.1	37.8	100
Faecal Streptococci	% Removal	—	3.6	12.6	15.1	12.6	30.9	63.5
Coliphage	% Removal	—	—	—	10.9	20.6	18.7	34.7
Salmonellae	% Removal	—	100	100	100	100	100	100

### CONCLUSION

Anaerobic treatment of sewage sludge using either stirred or fixed-bed digester reduces the organic matter and produces biogas as an energy source but the microbial content of the resulted sludge is still high to be used as a fertilizer. The composting method increases sewage sludge solid content and reduces its organic matter. In addition there was an increase in total nitrogen and phosphorus content. It also causes complete removal of salmonella and faecal coliform. Therefore, sewage sludge is transformed by composting into valuable humic substances which can be used as soil conditioners and organic fertilizers.

### Acknowledgements

The authoress wishes to thank Dr. A. M. Shaaban, Researcher, WPCD, NRC, Egypt for his effort in microbiological examinations.



Table -1 Results of the experiments with stirred and Fixed-bed Digesters

Characteristics	Units	Organic Load 2.4 Kg COD / m <sup>3</sup> . d .									Organic Load 4.8 Kg COD / m <sup>3</sup> . d .									Organic Load 7.2 Kg COD / m <sup>3</sup> . d .									
		Feed	Effluent of stirred			Effluent of Fixed-bed			Feed	Effluent of stirred			Effluent of Fixed-bed			Feed	Effluent of stirred			Effluent of Fixed-bed			Feed	Effluent of stirred			Effluent of Fixed-bed		
			Digester			Digester				Digester			Digester				Digester			Digester				Digester					
			Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.		Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.		Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.		Min	Max	Ave.	Min	Max	Ave.
pH		72	6.6	6.9	-	6.8	7.1	-	7.3	6.5	6.9	-	6.7	7	-	7.3	6.4	6.8	-	6.4	6.9	-							
COD	gO <sub>2</sub> /L	47.2	20	29	25	16	26	21	92.6	37	54	45	27	48	36	140	67	85	74	59	81	64							
% Removal	%	-	38	37	49	45	65	55	-	41	60	53	48	71	61	-	40	52	47	42	60	55							
BOD	gO <sub>2</sub> /L	16.1	7.1	93	8.5	4.9	8.4	6.2	30.9	13.3	17.9	14.9	6	16	11	48.2	22	29	26	18	26	21							
% Removal	%	-	46	56	47	45	70	54	-	42	57	53	46	79	62	-	41	55	45	46	62	55							
T.R., 105° C	g/L	32.1	21	25	22	18	23	19	64.2	41	49	44	35	46	40	94.2	63	72	68	58	69	64							
VOM, 550° C	g/L	19.5	8.6	13	11	5.7	10.5	7.8	39.8	17	25	20	11	21	15	58.2	28	36	33	22	32	28							
% Removal	%	-	36	56	45	46	69	53	-	38	57	51	47	72	60	-	38	53	44	44	61	53							
Total Nitrogen	mg N/L	280	212	265	243	204	249	235	520	429	458	432	415	442	412	840	636	744	706	619	724	679							
Total phosphorus	mg P/L	148	114	113	125	108	124	114	272	214	234	225	197	219	209	438	369	394	368	329	380	340							
Faecal Coliform	% Removal	-	22.1	54.1	41.1	22.1	55.7	41.7	-	5.2	24.3	24.1	1.2	33.8	32.6	-	15.0	29.5	26.2	21.5	24.5	22.8							
Faecal Streptococci	% Removal	-	22.1	45.8	35.2	22.9	44.8	31.5	-	21.9	33.6	28.8	21.1	42.2	35.1	-	27.3	38.6	31.8	20.8	31.8	27.1							
Coliphage	% Removal	-	11.2	12.3	11.8	8.6	12.7	10.1	-	1.2	18	10	4.5	20.7	9.9	-	5.9	19.9	11.5	8.2	19.2	12							
Salmonellae	% Removal	-	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	100	100	100							
Biogas Produced	L/Kg COD added	-	194	245	236	261	300	290	-	226	283	259	293	350	328	-	190	250	210	275	310	280							

The results are the mean value of 12 - weekly collected sample

## MATERIAL AND METHODS

Figure (1) shows a schematic diagram of the apparatus used. The digesters were 5 L capacity, with a working volume of 3 liters. In the stirred reactor stirring is achieved by the use of magnetic stirrers. In the fixed-bed reactor a plastic medium (Berl saddles) having a large void volume (about 90 percent) was chosen to provide additional space for the large accumulation of organic suspended solids. Feeding and drawing were carried out once daily as the volume was too small for continuous feeding / drawing.

Digester start-up was achieved by obtaining activated sludge from a municipal wastewater treatment plant. Each digester was seeded with a mixture comprising equal volume of actively digesting sewage sludge and untreated sewage sludge. The digesters were kept at room temperature, which had a mean value of 28°C. After an acclimatization period of two weeks, the stirred and fixed-bed digesters were operated at three organic loads of 2.4, 4.8, and 7.2 kg COD/m<sup>3</sup>/d at a constant detention time of 20 days.

Composting apparatus of 60 liters capacity with depth of 50 cm was used; only 40 liters were utilized with working depth of 30 cm.

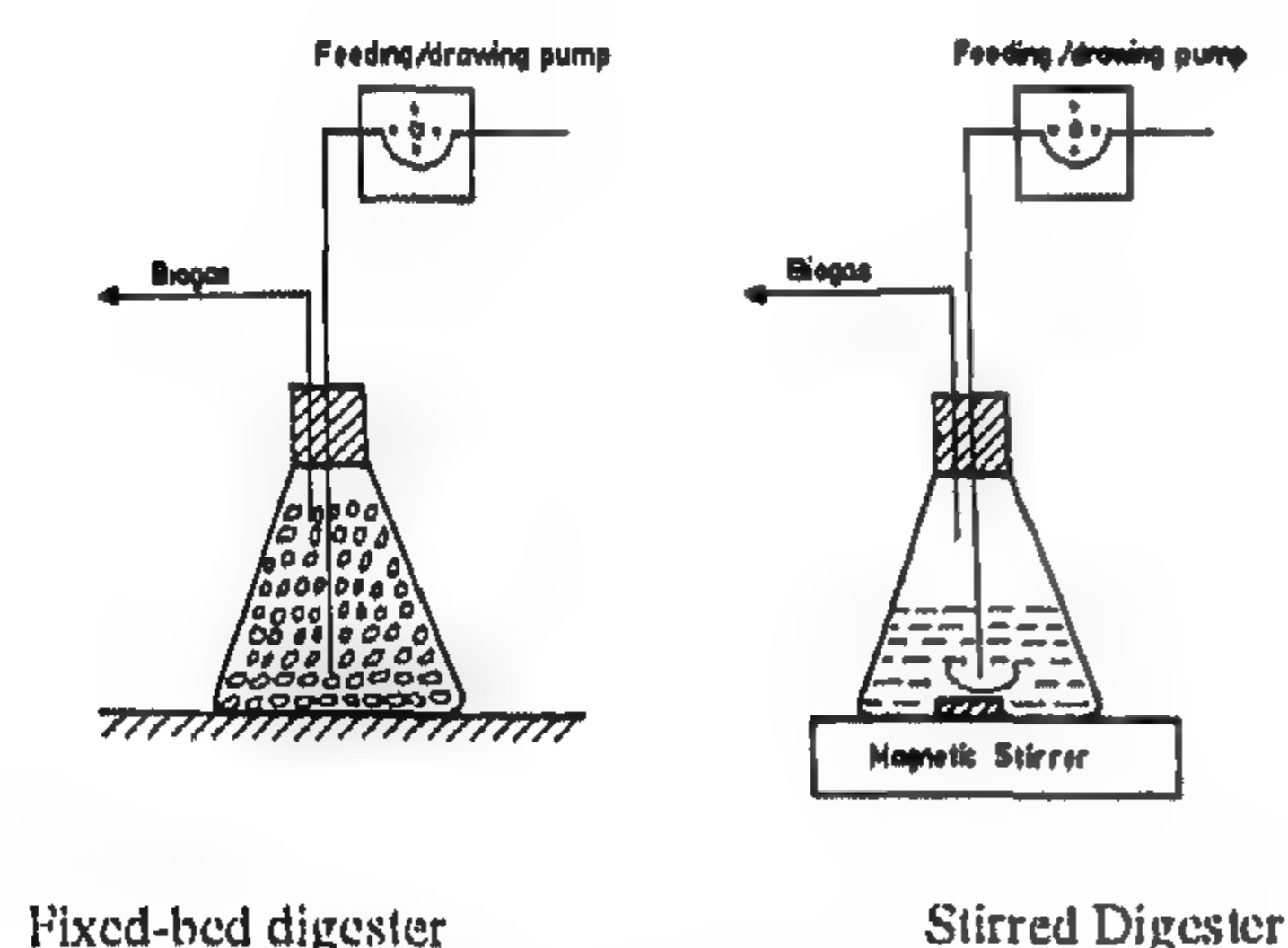


Fig. 1- Schematic Diagram of Apparatus

Samples were collected from the influent and effluent at daily intervals and were examined for pH, Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), total solids (T.R.), total volatile organic matter (VOM), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP), Faecal coliform, Faecal streptococci, Coliphage, and Salmonellae.

Physico-chemical analysis and bacteriological examinations of the samples were conducted according to procedures given in American Standard Methods devised by APHA (1992).

Biogas volume was measured using water displacement technique.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Stirred Digester :

For the determination of the optimum operating conditions of this reactor type, the organic loading was stepwise increased by three stationary periods of about 28 days, each with a constant influent concentration. From the results of these experiments, shown in Table (1), it can be concluded that the optimum digester loading is 4.8 kg COD fcd/ m<sup>3</sup>/ d. The residual BOD value of the digested sludge at this load ranged from 13 to 18 gO<sub>2</sub>/L, with an average value of 15 gO<sub>2</sub>/L. Average residual values of TN and TP were 432 mgN/L and 225 mg P/L, respectively. A decrease of the production of biogas from 259 to 210 L/ Kg COD and an increase of volatile organic matter in the treated sludge from 20 to 33 g/L were recorded during the period of the highest organic load. An average removal of 24% and 29% in Faecal coliform and Faecal streptococci during the organic load of 4.8 Kg COD/m<sup>3</sup>/d was achieved ( Table 1 ). Corresponding log densities were 4.4 MPN/ 100 ml each. Moreover, coliphage was present and detected in all effluent samples. The results of microbiological examination indicated health hazard in using the anaerobically treated sludge as fertilizer. These results are in agreement with those reported by El-Abagy, et al. (1994).

### Fixed - bed Digester

The reactor, was operated for 16 weeks. Organic loads of 2.4, 4.8 and 7.2 kg COD/ m<sup>3</sup>/ d were selected. The results illustrated in Figures (2 & 3) indicate that increasing organic loading from 2.4 to 4.8 kg COD/ m<sup>3</sup>/ d increased the BOD and COD removal by 14.8% and 10.9% while corresponding biogas increase was 13%. While increasing the organic loading from 4.8 to 7.2 kg COD/ m<sup>3</sup>/ d decreased the BOD and COD removal by 11.3% and 9.8% corresponding biogas reduction was 14%. The treated sludge constituents at the optimum load of 4.8 kg COD/ m<sup>3</sup>/ d, BOD, TN, TP, were 11 gO<sub>2</sub>/L, 412 mg N/L and 209 mg P/L, respectively. Examination of the bacterial parameters revealed that as the organic load increased, the efficiency of the system in removing bacterial parameters decreased. The results in Table (1) show a maximum removal of 33.8% and 42.2% in Faecal coliform and Faecal streptococci at an organic load of 4.8 kg COD/ m<sup>3</sup>/ d. Results of the survival of bacterial virus (coliphage) has shown its persistence.



## TREATMENT AND REUSE OF SEWAGE SLUDGE

By  
Fayza A. Nasr\*

Treatment of sewage sludge using composting, fixed-bed and stirred anaerobic digesters was conducted. The treatment performance in terms of physico-chemical parameters, bacterial indicators, pathogenic forms were assessed. Also, Biogas production rate was recorded in case of anaerobic digesters. Composting of the sewage sludge increases its total solids from 39% to 93% after 6 weeks, while the reduction of organic matter was 40% and the total nitrogen and phosphorus content has increased by 22% and 30%, respectively. Also complete removal of salmonellae and faecal coliform has occurred, so composted sludge can be used as soil conditioner and fertilizer. The results of anaerobic treatment indicated that an organic load of 4.8 kg COD m<sup>3</sup>/day achieved best operating conditions for either the stirred or fixed-bed digester. Average percentage removal of COD, BOD, Faecal coliform, Faecal streptococci and biogas production rate for stirred digester were 53%, 53%, 24%, 29% and 259 L/Kg COD/day, respectively. The corresponding average percentage removal for the experiments with fixed-bed digester were 61%, 62%, 33% and 328 L/Kg COD/day, respectively. An improvement in BOD, Faecal coliform and gas production rate by 17%, 38% and 21% was achieved due to the presence of media (Berl saddles) in the fixed-bed digester. Microbial content of the anaerobically treated sludge is high to be used as a fertilizer, while that of the composted sludge is low enough for it to be used as a fertilizer.

**KEYWORDS :** Sludge treatment, Anaerobic, Fixed-bed, Stirred digester, Composting, Sewage sludge Bacterial indicators

### INTRODUCTION

The daily output of more than 4000 m<sup>3</sup> sewage sludge in Greater Cairo could be used as organic fertilizers and soil conditioners. Although raw sewage sludge contains valuable nutrients like nitrogen, phosphorus, calcium and trace elements, as well as organic matter, which are beneficial for crop production, however, it contains various pathogenic microorganisms which cause harm to both man and animal. Thus, the sludge must be treated to remove pathogens and reduce the organic matter to enhance its quality and suitability for agricultural use. Various sludge treatment processes have been recorded by Furhacker and Haberl, 1995. Of those processes, composting and anaerobic treatment are commonly applied for sewage sludge treatment. Composting is an aerobic thermophilic decomposition of organic constituents to a relatively stable humus like material. The microbiological activity of fungi, bacteria and actinomycetes is influenced by environmental factors like moisture content, oxygen concentration, carbon/nitrogen ratio, pH and temperature. The oxidizing process results in a temperature of 50-70°C in the composting heap. These thermophilic temperatures

and microbiological antagonisms lead to a rapid die-off of pathogens.

The anaerobic treatment aims at the reduction of bacteria, the improved hygiene of sludge, the reduction of the volume itself and acquisition of methane as a source of energy. Among the different designs of the anaerobic treatment processes, fixed-bed and stirred reactors are commonly used. Numerous studies have shown that fixed-bed digester containing media ranging from small rock to highly porous modules are effective for anaerobically treating a variety of organic wastes (Heijnen, 1983). Mata-Alvarez et al, (1990) reported that stirred reactors are considered to be well suited for anaerobic digestion of wastewater because with it a short liquid residence time can be combined with a long sludge retention time and it is possible to maintain high sludge concentration in the reactors.

The intent of this study is to investigate the performance of composting, fixed-bed and stirred anaerobic digester methods for treatment and reuse of sewage sludge.

\* Ass.Prof. of Chem. Eng. & Waste-Treatment, Dept. of Water Pollution Control, NRC, Cairo, Egypt.

## REFERENCES

- [1] V.I. Rudnev, and D.L. Loveless, " Induction Heating of Slab, Plate, and Bar for Continuous Casting Lines", *The International Aluminum Conference*, October 26-29, 1994, Atlanta, U.S.A., pp.32-44.
- [2] M.L.Brown, "Calculation of 3-dimensional Eddy Currents at Power Frequencies", *IEE Proceedings Vol. 129, pt.A, No.1, January 1982*, pp. 46-53.
- [3] Grzegorz Szmanski, "Active Power Loss in Thin Non magnetic Tape Generated by Two sided Inductor Heater", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol.21, No.3, May 1985, pp. 1265-1270.
- [4] K.R. Shao, and J.D. Lavers, " A New Hybrid Method Using Hinged Finite Elements Formulations for Skin Effect Eddy Current Problems", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol.26, No.5, September 1990, pp. 2765-2767.
- [5] *Induction Machines for Special Purposes* by E.R. Laithwaite, (Book), 1965, Newnes.
- [6] *One & Two Dimensional Analysis of Linear Induction Motors* by Yamamura S.A., *IEEE*, 1972.
- [7] *Performance of Linear Induction Motors Having Finite Rotor Width*, M.Sc. Thesis by M.F. Salem, 1974, Ain-shams University.



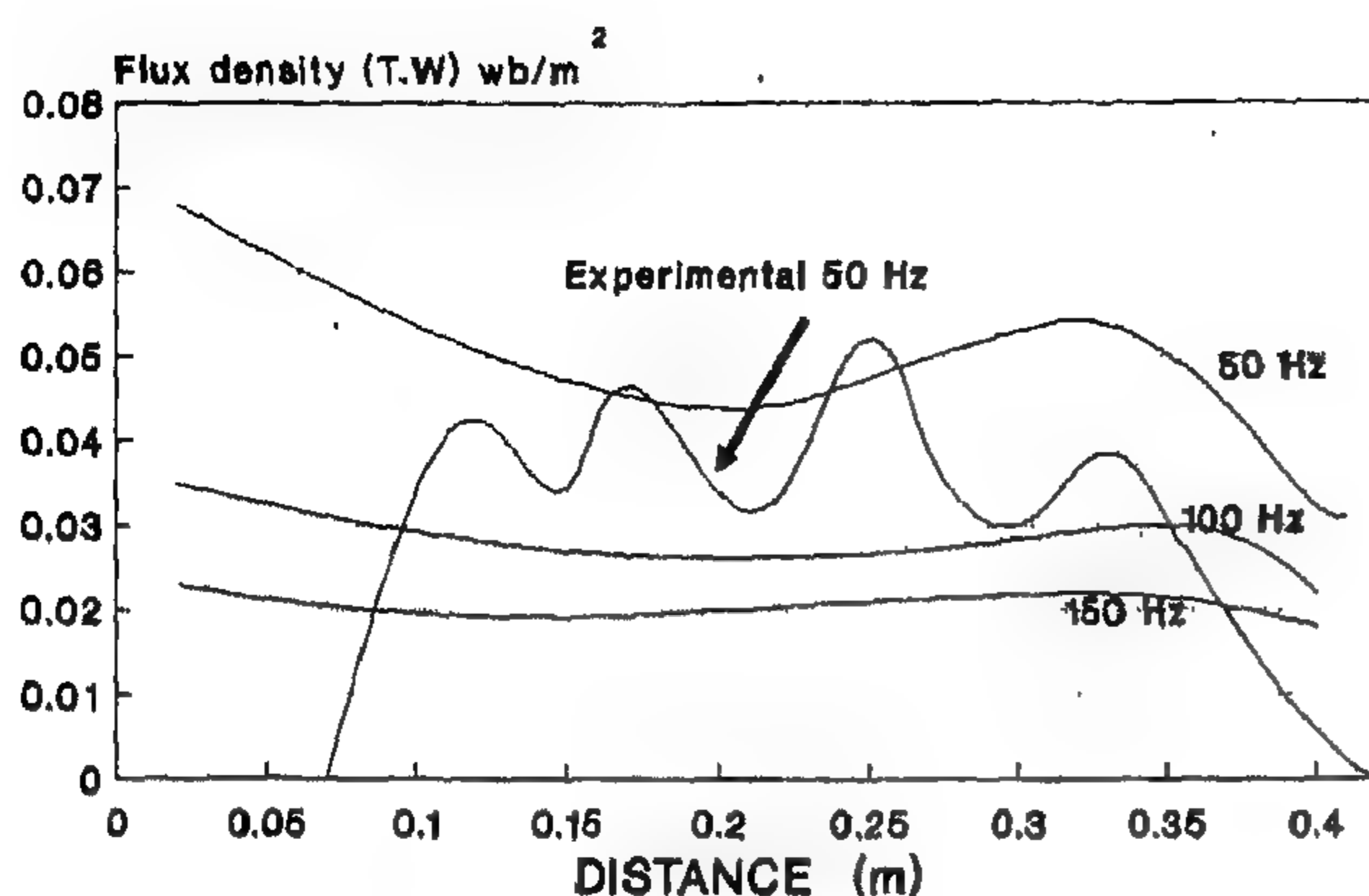


Fig. 4- Flux density distribution at different frequencies (aluminum sheet)

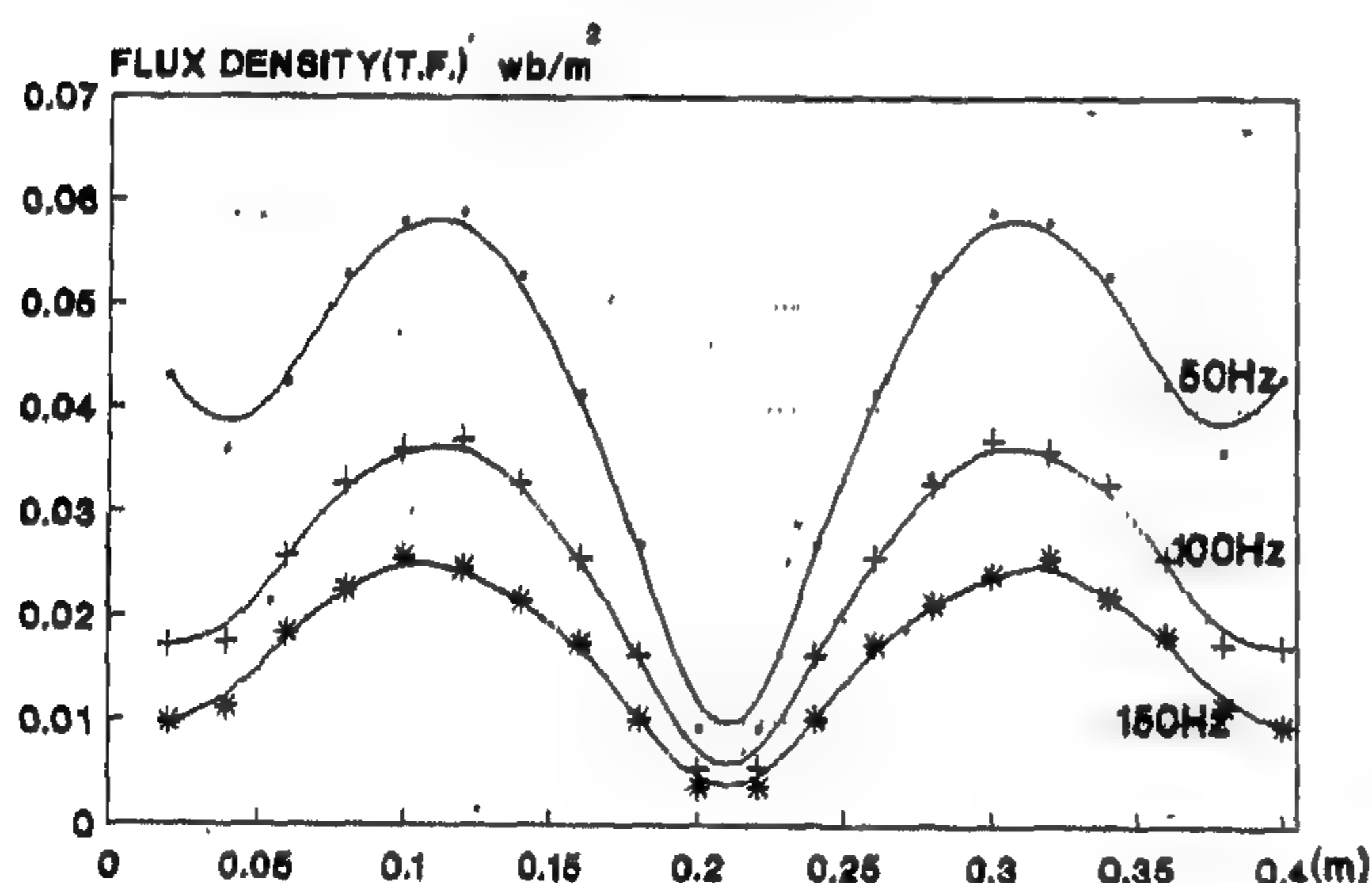


Fig. 5- Flux density distribution at different frequencies

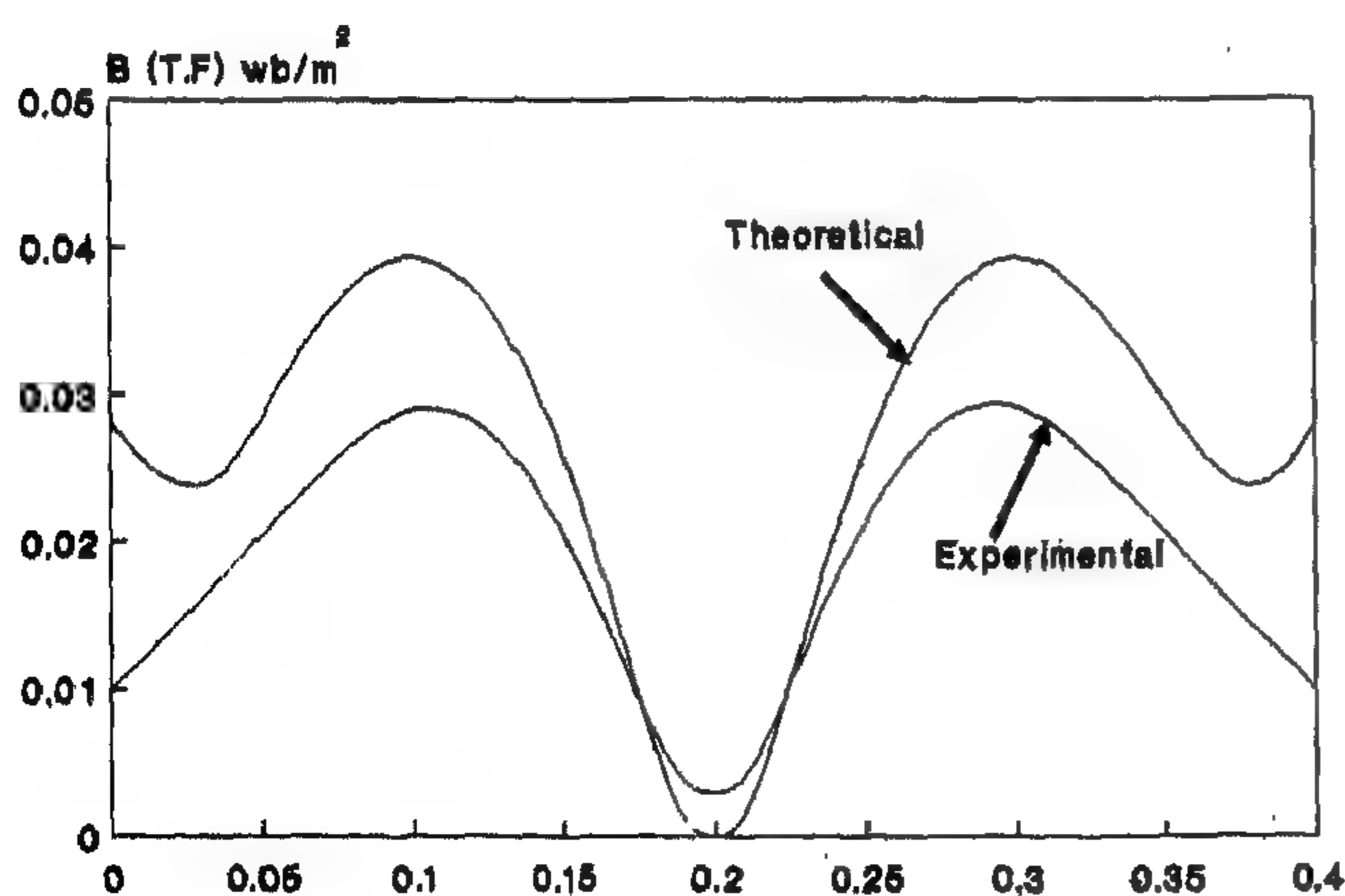


Fig. 6- Flux density distribution ( $g=1.5$  cm, 50 Hz)

#### List of symbols:

- $b$  magnetic flux density (T)
- $C$  thickness of the heated sheet (m)
- $E$  electric field ( $v.m^{-1}$ )
- $g$  air gap length (m)
- $H$  magnetic field strength (A/m)
- $i$   $\sqrt{-1}$
- $J$  linear current density of inductor excitation (A/m)
- $J_m$  maximum value of  $J$
- $j$  sheet induced current density ( $A.m^{-2}$ )
- $k$  wave number  $= 2\pi/\text{wave length } (\lambda)$
- $L$  inductor length (m)
- $l$  inductor width (m)
- $t$  time in seconds
- $X$  coordinate in the longitudinal direction of the inductor (m)
- $w$  angular frequency  $= 2\pi \cdot \text{frequency}$
- $\rho$  metallic sheet resistivity ( $\Omega.m$ )
- $\mu_0$  air gap permeability
- T.F. suffix for transversal flux parameters
- T.W. suffix for travelling wave parameters

#### 6. CONCLUSION

Since the T.W is a new technique to be used in induction heating this paper presents the comparison between the new and the classical techniques. From the previous analysis and experimental work, it is clear that:

1. T.W induction heating presents a more uniform flux density distribution specially at higher frequencies.
2. The edges effects are equal in T.F while there are much difference in T.W, due to the reflected wave at the  $X = L$  where this phenomenon does not appear at the case of T.F. As a result, to avoid this irregularity, an additional winding or coil at  $X = L$  may be added to eliminate this phenomenon or a modification of the inductor shape.
3. Higher frequencies than the supply frequency 3-5 times may ensure acceptable heat distribution with T.W.
4. The only disadvantage of T.W technique is the generated longitudinal force which can be eliminated by special coil shapes and by ensuring mechanical fixation of the heated sheet for few seconds.

$$b_{T.F.} = b_p \left[ \sin kx + \frac{k}{r_1} \frac{(\cos kL - e^{r_2 L})}{(e^{r_2 L} - e^{r_1 L})} e^{r_1 x} + \frac{k}{r_2} \frac{(e^{r_1 L} - \cos kL)}{(e^{r_2 L} - e^{r_1 L})} e^{r_2 x} \right]$$

Where,  $r_1$  and  $r_2$  are the roots of the characteristic equation

$$r_{1,2} = \pm (i\omega\alpha)^{1/2} \quad (12)$$

and,

$$b_p = -\frac{J_m}{g} \frac{\mu_0}{k^2 + i\omega\alpha} \quad (13)$$

(b) T.W. induction heating:

$$b_{T.W.} = ib_p \left[ -e^{-jkx} + \frac{k}{r_1} \frac{(e^{-jkL} - e^{r_2 L})}{(e^{r_2 L} - e^{r_1 L})} e^{r_1 x} + \frac{k}{r_2} \frac{(e^{r_1 L} - e^{-jkL})}{(e^{r_2 L} - e^{r_1 L})} e^{r_2 x} \right]$$

#### 4. EXPERIMENTAL MODEL

An induction heating model is specially constructed to fulfill the requirements of varying winding connections from 1-phase in case of T.F to 3-phase in case of TW. It consists of 2-sided twelve slots, each six slots contain only one pole. The length of this model (L) is equal to the wave length ( $\lambda$ ). The upper and lower windings are identical. The upper side has the ability to turn  $360^\circ$  around itself with respect to the lower side, also it can move up and down to vary the air gap value.

The constructed experimental model is illustrated by Fig. 2.

##### Inductor data:

Inductor length (L) = 0.4 m

Inductor width (w) = 0.1 m

Total number of pole pairs = 2

Tested air gap values = 1, 1.5, and 2 cm.

Tested metallic sheet  $c = 1$  mm

The tests are carried out for aluminum sheet with resistivity

$$\rho_{al} = 2.7 \times 10^{-8} \Omega.m$$

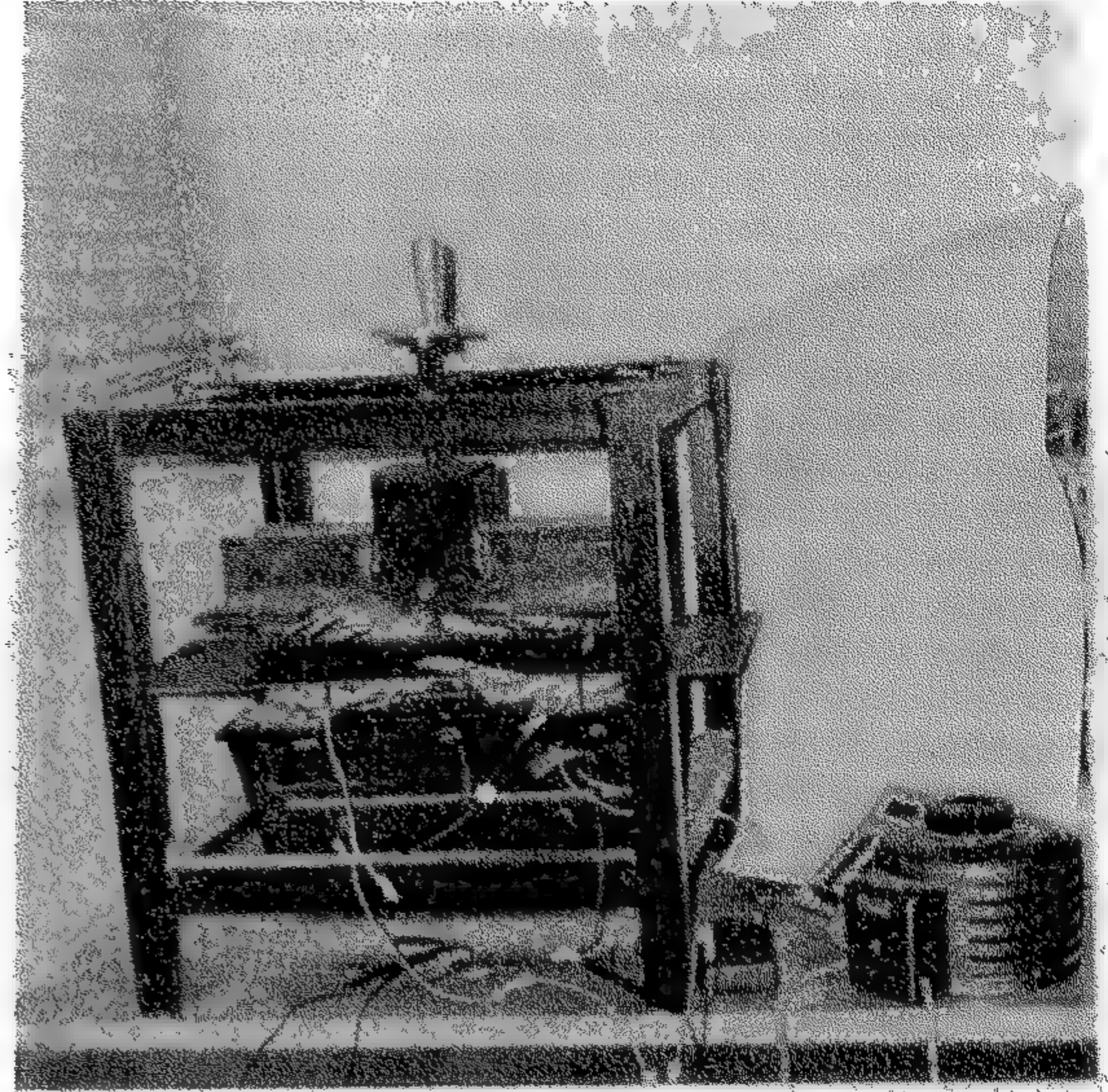


Fig. 2- Experimental model

#### 5. RESULTS

Theoretical and experimental results for the two cases under study are illustrated by fig. (3) to (6).

The two sets of curves Fig. (3), (4), and Fig. (5), (6); are illustrating the flux density distribution for T.W and T.F at different values of frequency respectively. Comparing flux density distribution in the two cases, it is clear that, in the case of T.W the flux distribution is much better than in the case of T.F, and the distribution improves with the increase of frequency in both cases but it becomes almost uniform distribution with the T.W. The experimental results are matching with the theoretical results. At both edges the flux density increases due to edge effects.

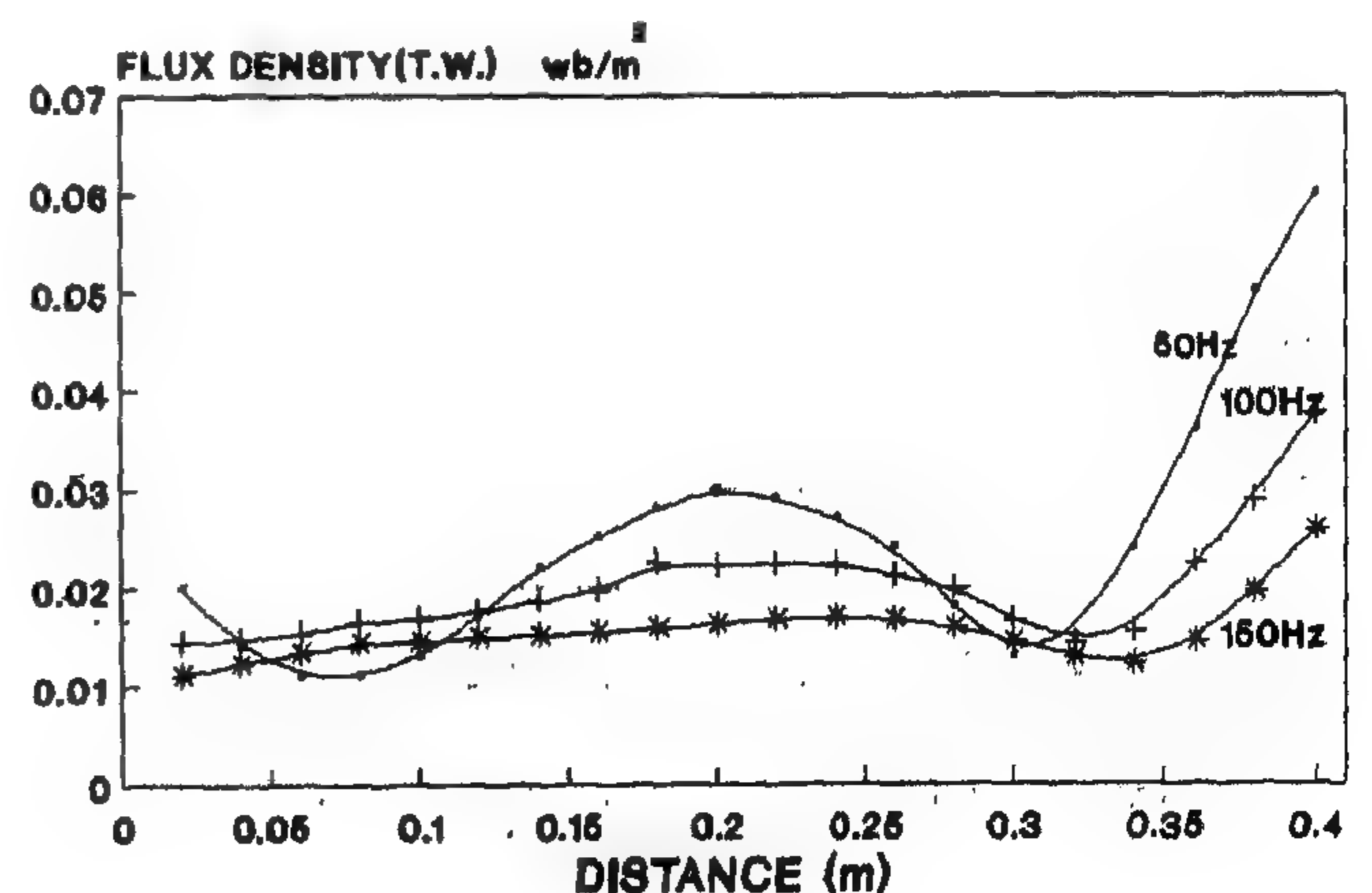


Fig. 3- Flux density distribution at different frequencies (Iron)



In this paper, an experimental induction heating model is constructed to be as a general purpose inductor (can be connected as a single or three phase), and possible to have a variable air gap construction. Both techniques (TF) and (TW) are tested on the experimental model. Theoretical simulation is carried out to calculate the effect of varying frequency, air gap, sheet thickness, width, and material on the flux density distribution all over the heated sheet. Theoretical and experimental results are demonstrated and compared.

## 2- SYSTEM ASSUMPTIONS

For both techniques T.F and T.W, it is necessary to simplify the actual case to be mathematically simulated. The main assumptions which are made for the study of the double sided inductor using both techniques are as follows:

- The sheet is considered to be fixed. That is to say the sheet speed is equal to zero.
- Slots effect is neglected, and iron has infinite permeability.
- Excitation is represented by two current sheets on the two sides of the inductor. For T.F. (stationary field), the current density sheet may be represented by:

$$J_{T.F.} = J_m \cos KX \exp(i\omega t) \quad (1)$$

while for T.W. (travelling wave), the current density sheet may be represented by:

$$J_{T.W.} = J_m \exp(-iKX) \exp(i\omega t) \quad (2)$$

This current sheet has a limited length determined by the actual excitation of the heating inductor. All parameters are pulsating sinusoidal with time.

## 3- SYSTEM MODELLING AND THEORETICAL SIMULATION.

This inductor and the heated sheet can be represented by Fig.(1).

The field equations will be in one-dimensional theory because of its simplicity, short time of computer calculations compared to 2 and 3-dimensional analysis. Normally higher order analysis needs numerical solutions such as finite element or finite difference methods.

### 3.1. Field equations:

Applying Maxwell equations to the model, then,

$$\nabla \times H = J \quad (3)$$

$$\nabla \times E = \frac{\partial b}{\partial t} \quad (4)$$

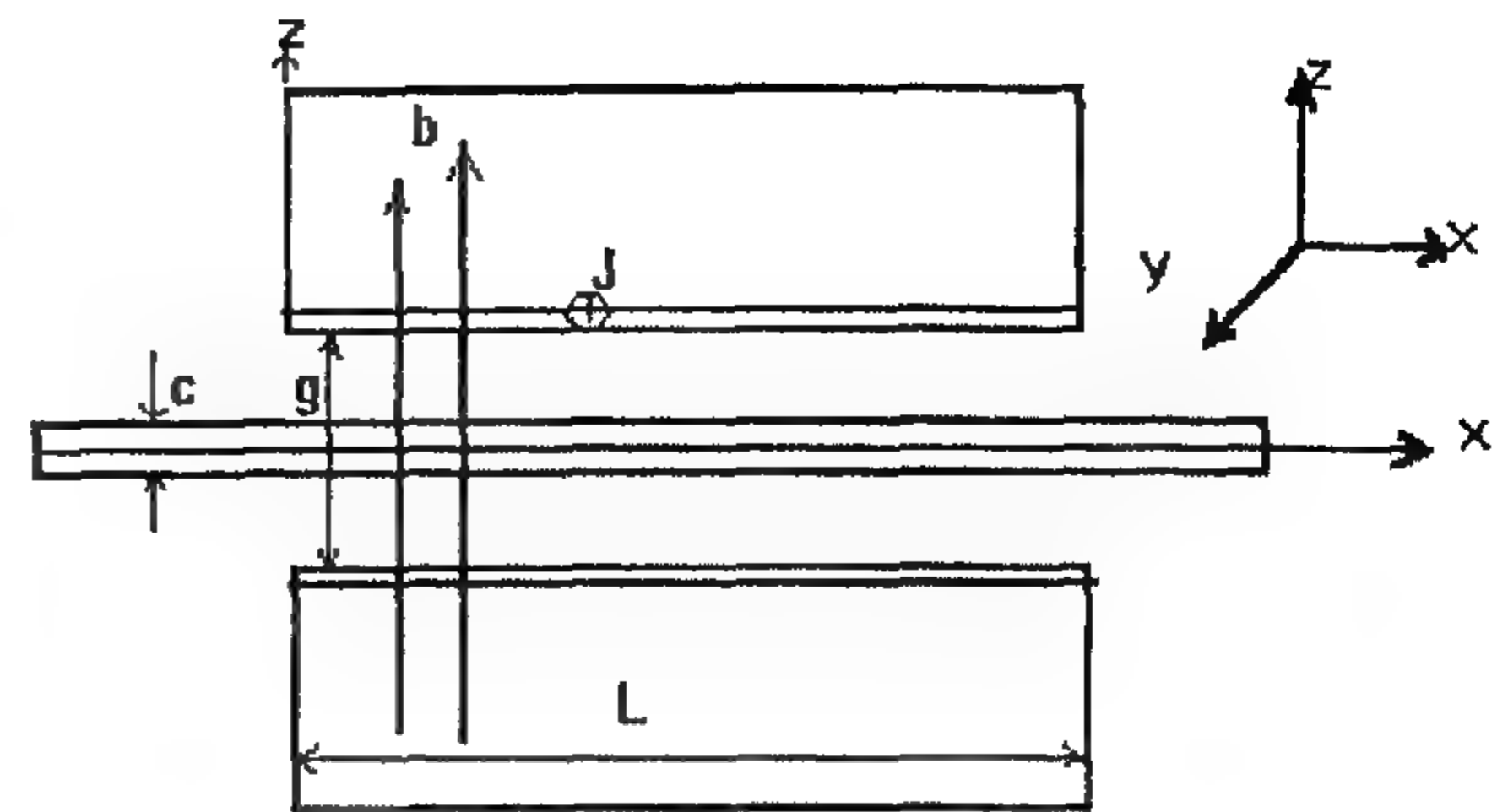


Fig.1. Induction heating model

$$\nabla \cdot b = 0 \quad (5)$$

$$\nabla \times b = 0 \quad (6)$$

From equation (3),

$$-db/dx = \mu_0(cj + J) \quad (7)$$

$$J = E/\rho \quad (8)$$

and from (4),

$$\rho \cdot dj/dx = i\omega b$$

substituting (7) in (8), then

$$\frac{d^2 b}{dx^2} - i\omega \alpha b = -\frac{dj}{dx} \quad (9)$$

where,

$$\alpha = \mu_0 c / \rho g \quad (10)$$

From these equations the general field solution can be written, but to calculate the field values it is necessary to apply the boundary conditions to get the values of the constants of the solution of the differential equations.

### 3.2. Boundary conditions and final solution:

Outside the air gap ( $x < 0$  or  $x > L$ ),  $j=0$  because  $\partial j / \partial x = 0$ . Then, applying this equation at  $x=0$  and  $x=L$  the two constants of the field equation can be determined.

The final solutions for the two systems under study can be written as follows:

#### (a) T.F. induction heating:

The complete solution of flux density is

# THEORETICAL AND EXPERIMENTAL COMPARISON BETWEEN TRANSVERSAL FLUX AND TRAVELLING WAVE INDUCTION HEATING

By

Hisham El Khashab\*    M. Shaker El Markabi\*\*    M. Kamel Said\*

## ABSTRACT

Transversal flux is one of the main conventional methods of induction heating used specially for heat treatment of metallic sheets. The main advantage of this technique is the possibility of using low frequency, which avoids the use of expensive high power, high frequency power supplies. The main problem facing this technique is the non uniform air gap flux and consequently temperature distribution all over the sheet due to edge effect. Recently, a new technique, the travelling wave induction heating technique is started to be used. This technique is complex, and there is not enough experimental or theoretical work done [1]. In this paper a comparative theoretical and experimental study is carried out for these two techniques. The air gap flux density distribution along the metallic sheet is compared theoretically and experimentally using both techniques for different air-gap supply frequency, sheets width and thickness. The theoretical and experimental model (Locally constructed) results are compared and demonstrated..

## INTRODUCTION

Heat treatment by induction heating is one of the most economical and efficient techniques to get a uniform hardness. Local or surface hardness is an essential phenomenon to keep the internal part of gears or shafts soft, while the surface should have certain hardness to resist wear. The thickness of the treated layer is determined by the induction heating frequency which implies the penetration depth of the heated piece. Many publications are devoted to transversal flux induction heating such as [2] to [4], while a few recent publications have mentioned the tendency to use the travelling wave induction heating technique such as [1]. Moreover, the travelling wave applications in linear induction motor have been studied in many publications such as [5],[6], and [7], for linear motor applications. The difference between one type of induction devices and another is mainly in the method of excitation.

The transversal flux induction heater (TF) has a perpendicular flux density over the heated metallic sheet, and also the travelling wave induction heater (TW). The main difference between the two techniques comes from the type of excitation and the winding design. The induced eddy currents are in both TF and TW circulated in the plane of the heated sheet and not within its thickness. This permits induction heating with high power densities using low and sometimes line frequency.

Excitation in (TF) is mainly through 1-phase induction coil pair located along both sides of the sheet. As a result, the flux density is a stationary wave with respect to the sheet length. While in the (TW) the excitation is 3-phase supply fed to a 3-phase winding inductor to create a travelling wave in the air gap. The space winding distribution improves the heat distribution in the regions neighbouring the coil [1]. The main advantage of this system is the low vibration and industrial noise which is of high importance.

To realize the importance of this factor, it is necessary to mention the high rating of (TF) inductors. The power range of TF inductors reaches 600 KW with frequency 50-1000 Hz power supply depending on the application of the heat operation on the metallic sheet.

For both techniques, the problem of uniformity in the longitudinal axis of induction heated specimen is mainly caused by two phenomena:

- 1- Edge effect due to limited length of the excitation inductor with respect to the sheet.
- 2- Skin effect when using high frequency.

Consequently, the undesired phenomenon can be corrected by the proper choice of inductor design parameters, such as pole face, coil shape, and frequency selection.

\*Electronics Research Institute.

\*\*Faculty of Engineering, Cairo University.



## REFERENCES

- 1- Nakane H., " A Method for Simultaneously Measuring Resistivity and the Meissner Effect of a Superconductor Used with a Solenoid Coil", *IEEE Trans . Instrum . Meas.*, Vol. 38 , No. 2, pp.438, Apr. , 1989.
- 2- Fayez Youssef, Nadia N. Tadros , " An Analytical Method for Evaluation of the Inductance of Air Cored Circular Coil" , *Journal of Egyptian Society of Engineers* , Vol. . 32 , No 1, pp . 35-38 , 1993.
- 3- Islam N.A., " A Theoretical Treatment of Low - frequency Loop Antennas with Permeable Cores ", *IEEE Trans . Ant . Propa .*, pp.162 - 167 , Mar .1963.
- 4- Zaman A.J.K. et al . " Impedance of a Loop Surrounding a Cylinder", *IEEE Trans . Instrum . Meas.*, Vol . IM - 30 , pp . 41-45 , Mar . 1981 .

$$\Delta \phi(a, z) = 2\pi \Delta A c(a, z) \quad (27)$$

From equation (23), (25), and (26), and since  $D(s)$  is complex quantity, then we can write:

$$\frac{\Delta z}{j\omega} = \frac{\Delta R}{j\omega} + \Delta L = \frac{n}{s\Gamma} \int_{-1}^1 \Delta \phi(a, z) dz \quad (28)$$

From equation (25), (26), (27), and (28) we can write:

$$\frac{\Delta R}{j\omega} + \Delta L = 2a^2 n \mu_0 \int_0^\infty D(s) \frac{\sin^2(ls)}{(ls)^2} K_1^2(as) ds \quad (29)$$

Equation (29) is in good agreement with Nakane's expression in (1)

#### IV- EXPERIMENTAL WORK

A program KLM is written in Basic 4.0 for the HP personal computer to evaluate equation (29) taking into consideration that this equation is a complex one.

To test KLM the examples presented in (1) is used. It was found that they are in good agreement. However, the values of  $\Delta L$  are too small compared with the capabilities at NIS (National Institute for Standards, Egypt) for measuring inductances with considerable accuracy.

To realize the method with NIS capability, a coil of 1400 turns,  $l = 7$  cm,  $a = 2$  cm,  $f = 1000$  Hz is used. Fig.(3) Shows the results of KLM for this coil with  $\mu_r = 1$ , and  $b = 0.9, 1.0, 1.1, \dots, 1.4$  cm. Fig. (4) shows the results for  $b = 1.0$  cm, and  $\mu_r = 0.1, 0.2, \dots, 1.0$ .

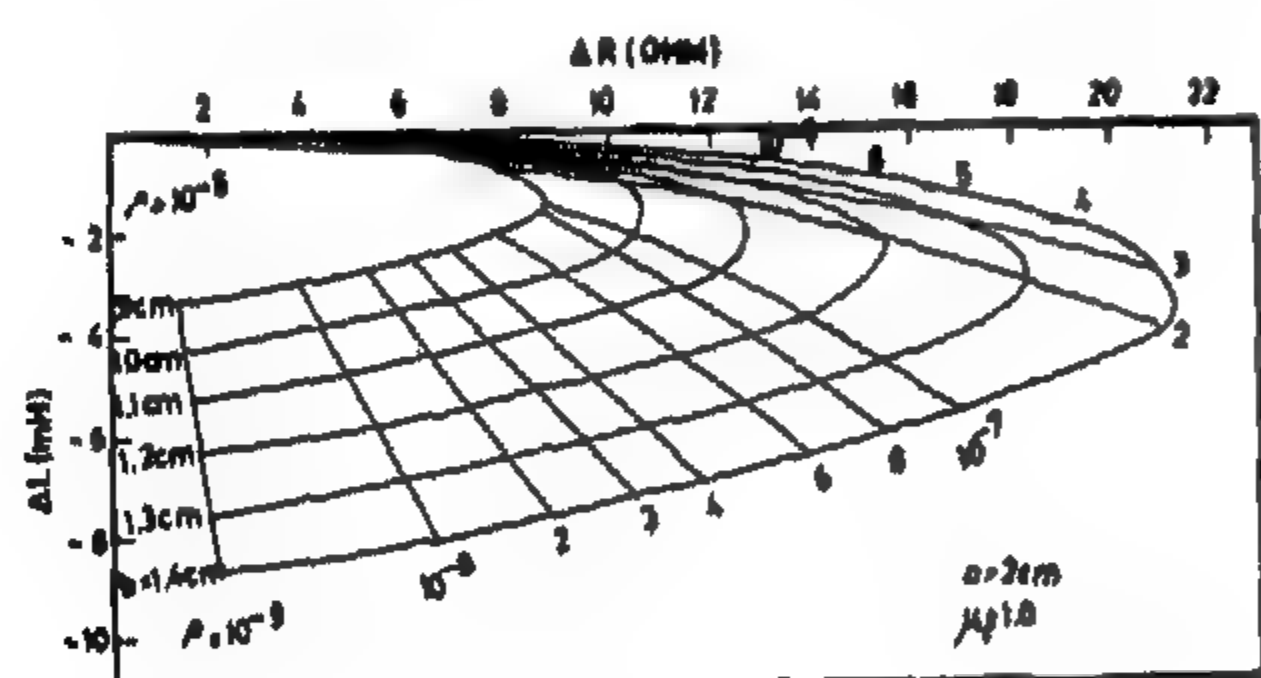


Fig. 3

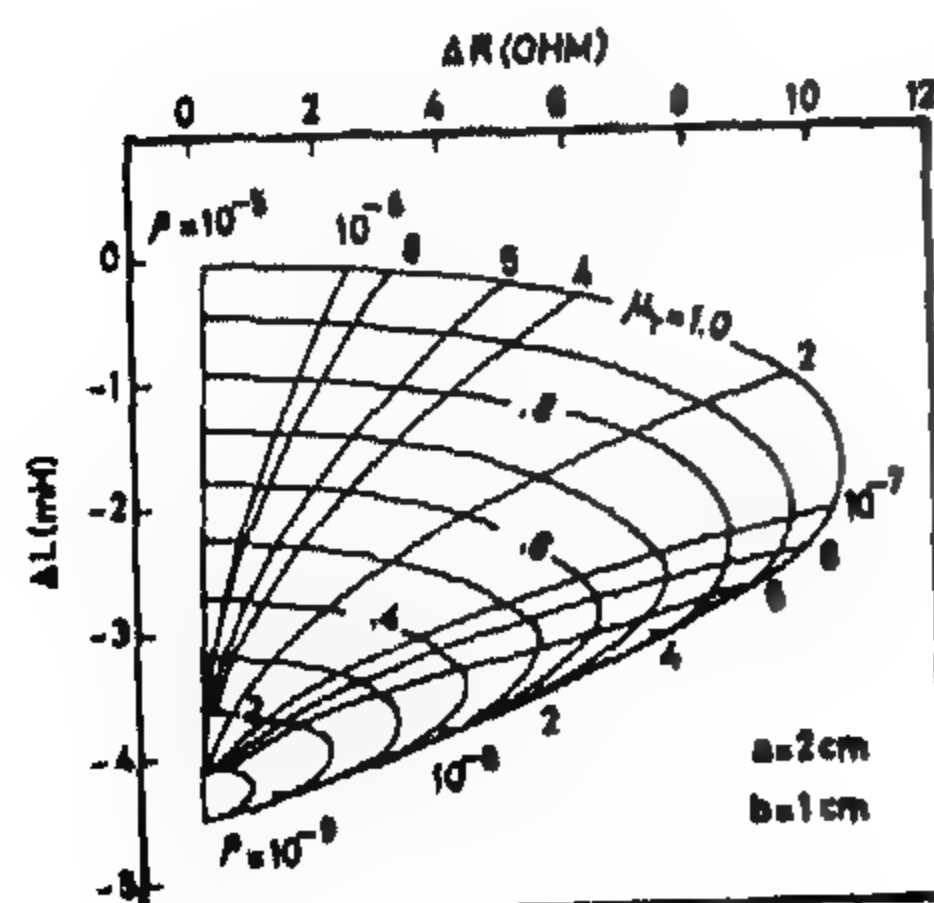


Fig. 4

The same coil is used to measure the resistivity of one bar of copper and one bar of aluminium. The General Radio Inductance Bridge 1632 - A is used for measuring  $\Delta z$ . Fig. (5) shows the results for copper and aluminium as plotted on a detailed chart. For comparison, the resistivity of the bars are measured by the direct dc 4 terminals method. Table (1) gives the results for direct and indirect methods. It can be realized from this table that the two methods are in good agreement.

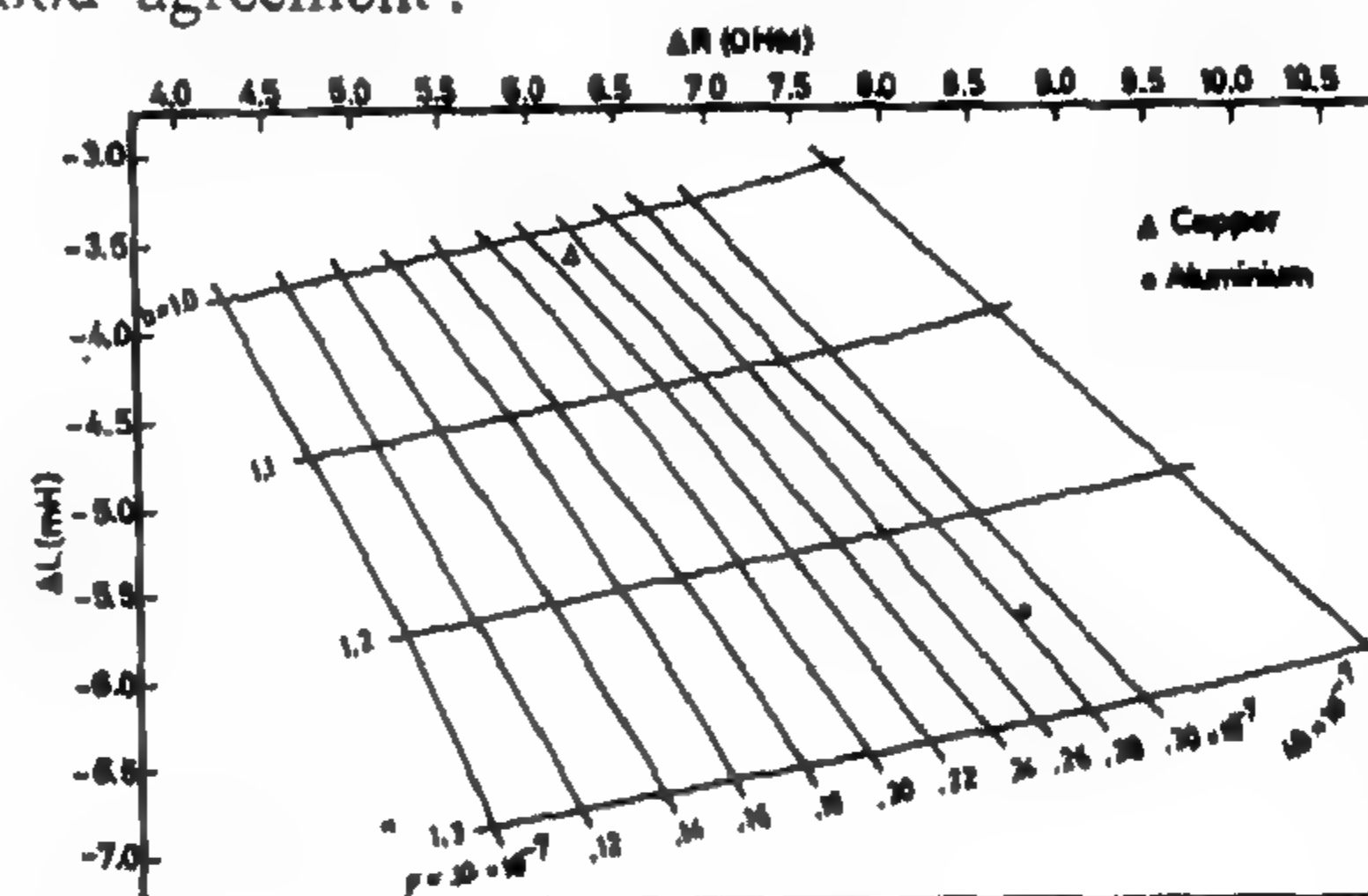


Fig. 5

Table 1

b	T	Indirect method		Direct method		Hand books	
		$\Delta R$	$\Delta L$	$\rho$	VD	$\rho$	$\rho_{st}$
cm	cm	$\Omega$	mH		mV		
Cu 1.003	100	6.27	-3.6	0.23	0.066	0.21	0.175 - 0.182
Al 1.218	100	8.8	-5.6	0.29	0.063	0.29	0.263 - 0.288

$\rho$  in Ohm, meter.  $10^{-7}$

$\rho_{st}$  Standard values of  $\rho$  from hand -books.

VD Dc voltage drop on bars when the current in bars is one Ampere  
T Length of the conductor

#### CONCLUSION

An indirect method for the measurement of resistivity of conducting bars previously proposed in(1), is realized by the NIS measurement capabilities.

The resistivity of copper and aluminium bars by this method has correlated well with the values obtained from the measurements using the known dc 4 terminals method. This method is recommended when it is required to make measurements without electrical touch to the conducting bars, and can be used as a non-destructive test for internal defects and cracks.

A simplified derivation of the difference of the coil impedance with and without the core is obtained.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their thanks and appreciation to Prof. Dr. Ibrahim M. H. Saad for his valuable advices and encouragement during the progress of this work.



$$R(r) E_1(s_1 r) + DK_1(S_1 r) \quad r \leq b \quad (11)$$

respectively, where  $I_1(x)$  and  $K_1(x)$  are the modified Bessel functions of order one, from first and second kind, and

$$s_1 = (s^2 + J_0 \mu \sigma)^{1/2} \quad (12)$$

From the symmetry around the plane  $z = 0$ , only cosine term in equation (6) is considered. And since there are no restrictions on the values of  $s$ , all values of  $s$  must be considered, i.e. from  $s = 0$ , to  $s = \infty$ .

Using the fact that both  $K_1(0)$  and  $I_1(\infty)$  diverge, the magnetic vector potential can be written as,

$$A_1(r, z) = \int_0^\infty C_1(s) K_1(sr) \cos(sz) ds, r > a \quad (13)$$

$$A_2(r, z) = \int_0^\infty C_2(s) I_1(sr) \cos(sz) ds + \int_0^\infty C_3(s) K_1(sr) \cos(sz) ds, \\ b < r < a \dots\dots\dots (14)$$

$$A_3(r, z) = \int_0^\infty C_4(s) I_1(s_1 r) \cos(sz) ds, r < b \quad (15)$$

where  $C_1(s)$ ,  $C_2(s)$ ,  $C_3(s)$  and  $C_4(s)$  can be determined from the standard boundary conditions.

1- At  $r = a$ ,  $A_1 = A_2$ , i.e

$$A_1(a, 0) = A_2(a, 0) \quad (16)$$

2- At  $r = a$ , the change in the tangential component of  $H$  in the  $z$  direction equals the surface current, i.e. at the loop  $(a, 0)$

$$\Delta \left( \frac{1}{\mu_0} \nabla \times A \right) = \text{Surface current / meter}$$

or

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_2(r, z)) - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_1(r, z)) = \mu_0 i \delta(z)$$

From Fourier integral theorem (3), one method of representing  $\delta(z)$  is:

$$\delta(z) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty e^{isz} ds \quad (17)$$

Then:

$$\frac{\partial A_2}{\partial r} = \frac{\partial A_1}{\partial r} + \mu_0 i \delta(z) \quad (18)$$

From equations (16), (17) and 18, we have:

$$C_2(s) = \frac{\mu_0 i a}{\pi} K_1(as) \quad (19)$$

3- At  $r = b$ ,  $A_2 = A_3$ , i.e.

$$A_2(b, 0) = A_3(b, 0) \quad (20)$$

4- At  $r = b$ , there is no change in the tangential component of  $H$  in the  $z$  direction, i.e. at the circle  $b, 0$

$$\frac{1}{\mu_r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_3(r, z)) = \frac{\partial}{\partial r} (r A_2(r, z)) \quad (21)$$

From equations (20) and (21), we have:

$$C_3(s) = D(s) C_2(s) \quad (22)$$

and

$$D(s) = \frac{\mu_r s b I_0(s b) I_1(s_1 b) - s_1 I_1(s b) I_0(s_1 b)}{\mu_r s b K_0(s b) I_1(s_1 b) + s_1 K_1(s b) I_0(s_1 b)} \quad (23)$$

Using equation (16), then

$$C_1(s) = \frac{\mu_0 i a}{\pi} [I_1(as) + D(s) K_1(as)]$$

Using equation (13), then

$$A_1(a, z) = \frac{\mu_0 i a}{\pi} \int_0^\infty I_1(as) K_1(as) \cos(sz) ds \\ + \frac{\mu_0 i a}{\pi} \int_0^\infty D(s) K_1^2(as) \cos(sz) ds \quad (24)$$

The first of these integrals can be shown to be exactly the contribution to the potential due to the loop itself if the core was not present. The second integral is the contribution due to the eddy current in the core and this represents the difference in the magnetic vector potential with and without the core, and can be called  $\Delta A(a, z)$

$$\Delta A(a, z) = \frac{\mu_0 i a}{\pi} \int_0^\infty D(s) K_1^2(as) \cos(s(z - z')) ds \quad (25)$$

When a constant current  $i$ , flows in a single layer solenoid coil of  $n$  turns, and length  $2l$  with very small cross sectional wire thin as considered in Fig. (1),  $\Delta A_c$  due to all the  $n$  turns is given by,

$$\Delta A_c(a, z) = -\frac{n}{2l} \int_{-l}^l \nabla A(a, z) dz \quad (26)$$

where  $\Delta A(a, z)$  is defined by equation (25). Assuming that the magnetization curve of the conduction cylinder is linear, and  $\mu_r = 1$ , then the contribution in the flux due to  $\Delta A_c(a, z)$  is

$$\nabla \times \xi = - \frac{dB}{dt} \quad (3)$$

$$\xi = \rho J \quad (4)$$

where  $\nabla \times$  is the curl

### III - THEORY

As shown in Fig. (1), the central axis of a single layer solenoid coil of radius  $a$ , turns  $n$ , and length  $2l$  lies on the  $Z$  axis with the centre of the solenoid coil at the origin of the cylindrical co-ordinates system  $r, \theta, z$ . The coil surrounds and is coaxial with infinite conductor cylinder of radius  $b$ .

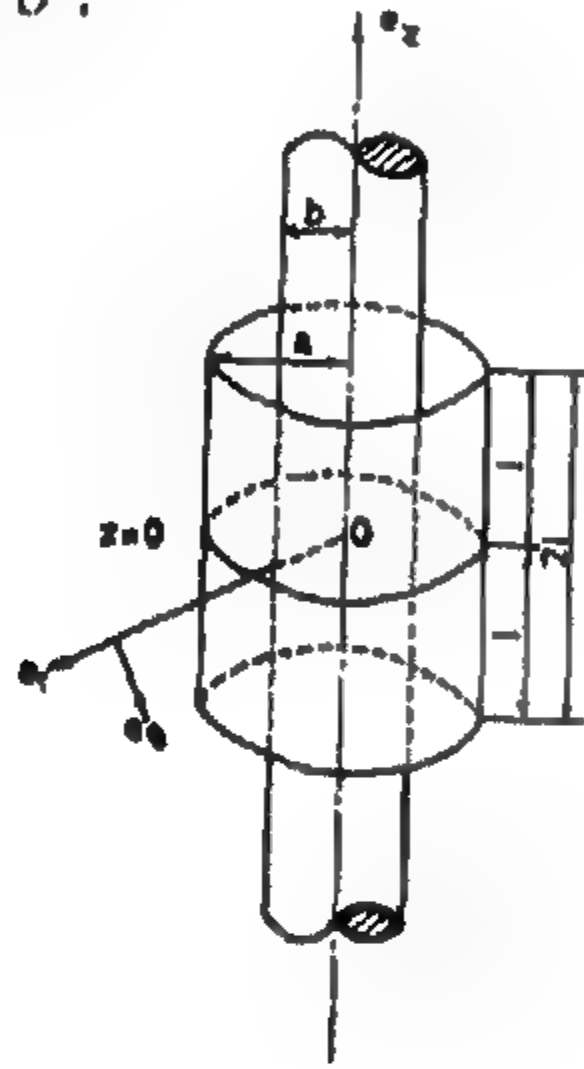


Fig. 1-

As shown in Fig. (2), at point  $r, \theta, z$  the magnetic vector potential due to an impressed current density  $j$  in a single dirac delta loop of radius  $a$  in the plane  $z=0$  is

$$A(r, \theta, z) = A_r c_r + A_\theta c_\theta + A_z c_z$$

where  $c_r$ ,  $c_\theta$ , and  $c_z$  are the unit vectors in  $r, \theta$ , and  $z$  directions.

Due to the symmetry of the problem, only  $\theta$  component of  $A$  exists, i.e.

$$A = A_\theta c_\theta$$

Hence,  $A(r, z)$  can replace  $A(r, \theta, z)$ . Moreover, there is no variation with  $\theta$ , i.e.

$$\frac{\partial}{\partial \theta} = 0$$

For sinusoidal impressed current  $i = I \sin \omega t$  in the loop, Equation (3) can be written as:

$$\nabla \times \xi = -j \omega B$$

Using Equation (1), (3), and (4) we can write, the induced eddy current density in the conductor is

$$J = -j \omega \sigma A$$

If one assumes that the dimension of the loop is very small compared to the wave length of the impressed

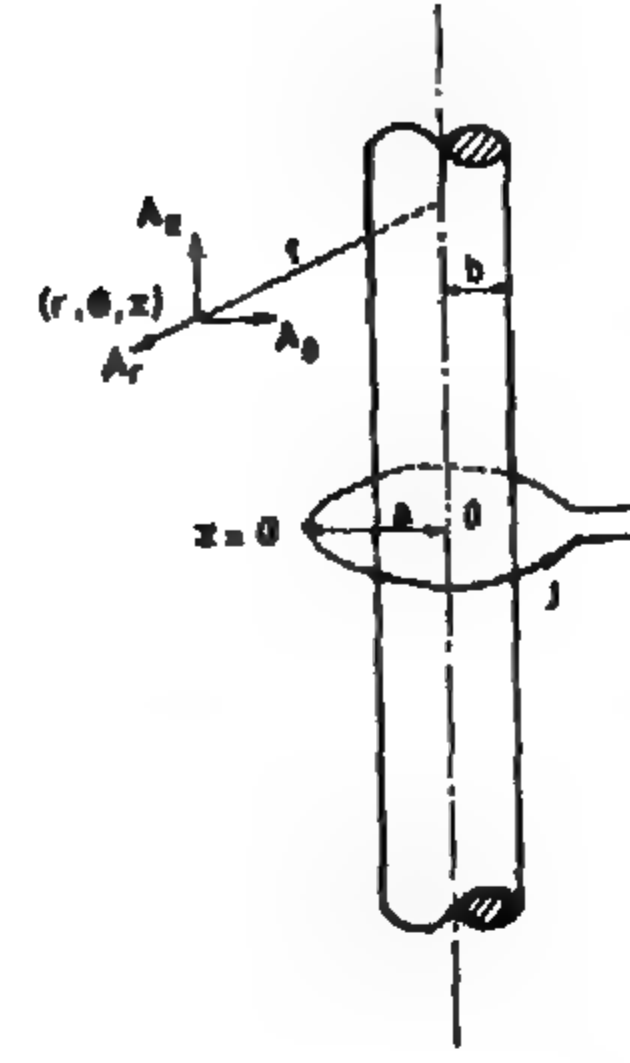


Fig. 2-

current which is the case for low frequency. Then the current through the loop may be assumed to be uniform. Using these facts, Equation (2) can be written as:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 A}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial A}{\partial r} - \frac{A}{r^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} &= -\mu_0 J \delta(z) \quad r > b \\ &= j \omega \sigma \mu A \quad r < b \end{aligned} \quad (5)$$

where  $\delta(z)$  is the dirac delta function which is defined to be zero for  $z \neq 0$ , and is infinite at  $z=0$ , in such a way that

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(z) \delta(z) dz = f(0)$$

Equation (5) can be solved by using the standard method of separation of variables. Let

$$A = A(r, z) = R(r) Z(z)$$

From the symmetry around the plane  $z=0$ , one can assume that the separation constant is negative and equal  $-S^2$ . Then the separation equation is,

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} + S^2 = 0 \quad (6)$$

and

$$\frac{\partial^2 R}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial R}{\partial r} + (-S^2 - \frac{1}{r^2}) R = 0 \quad r > b \quad (7)$$

$$= j \omega \sigma \mu R \quad r \leq b \quad (8)$$

Equation (6) may have the solution

$$Z(z) = G \cos(sz) + F \sin(sz) \quad (9)$$

While equations (7) and (8) are the modified Bessel Equation of the first order, they may have the solutions:

$$R(r) = E I_1(sr) + D K_1(sr) \quad r > b \quad (10)$$

and



# AN INDIRECT METHOD FOR MEASUREMENT OF ELECTRIC RESISTIVITY OF CONDUCTING BARS

By  
Fayez Youssef and Nadia N. Tadros

## ABSTRACT

From the difference in the complex impedance of a single layer circular solenoid coil surrounding and coaxial with a cylindrical conductor and that without the conductor, a method for measuring the resistivity of the conductor is realized. The resistivity of copper and aluminum measured by this method has correlated well with the values measured by the known dc 4 terminals method. This method is recommended when electrical connection to the conductor is not allowed. It can be used as a nondestructive test for internal defects and cracks in conducting bars.

## I- INTRODUCTION

Nakane in (1), proposed an indirect method for simultaneously measurement of electrical resistivity and relative magnetic permeability of conducting materials. The method based mainly on the measurement of the difference in the impedance  $\Delta Z = \Delta R + \Delta jX$  of a coil when an infinite conducting cylinder is in and coaxial with the coil, and when not.

A very sophisticated mathematical foundation has been used to derive an integration formula to compute  $\Delta Z$  as a function of  $\rho$  and  $\mu_r$  of the conducting cylinder.

In this work, a simple and comprehensive mathematical foundation is used to derive the expression of  $\Delta Z$ . Moreover, a simple method for computing the derived integration formula of  $\Delta Z$  is proposed. Values of the resistivity of copper and aluminium measured by the indirect method were compared with the measured values by a direct method. The General Radio 1632 - A Inductance Bridge is used for the measurement of  $\Delta Z$  in the indirect method. While the known dc 4 terminals method is used for the measurements of the resistivity in the direct method the results of copper and aluminium for both methods are in good agreement.

## II - REVIEW OF ELECTROMAGNETIC FUNDAMENTALS

### II - 1 Definition of terms

$$\Delta Z = \Delta R + \Delta j\omega L \quad (\text{Ohm})$$

The contribution in the impedance of a cylindrical air cored coil when the conducting cylinder is in and coaxial with the coil axis, and when not.

$$\omega = 2\pi f$$

F Ferquency of the impressed current (HZ)

J Current density (Ampere /m<sup>2</sup>)

L Coil inductance  $n\phi / i$  (Henry)

R Coil resistance (Ohm)

$\mu_0$  Air permecability  $4\pi \times 10^{-7}$  (Henry / m)

$\mu_r$  Relative permeability of the cylinder

$\mu = \mu_r \mu_0$  (Henry / m)

$\phi$  Magnetic flux (Weber)

B Magnetic flux density (Weber /m<sup>2</sup>)

H Magenetic field intensity (Ampere / m)

A Magnetic vector potential (Weber/m)

$\xi$  Electric field intensity (Volt / m)

n Number of turns of the coil (Turns)

$\rho$  Electrical resistivity of the conducting cylinder (Ohm.m)

$\sigma$  Electrical conductivity (1 /  $\rho$ )

i Impressed current (Ampere)

j  $\sqrt{-1}$

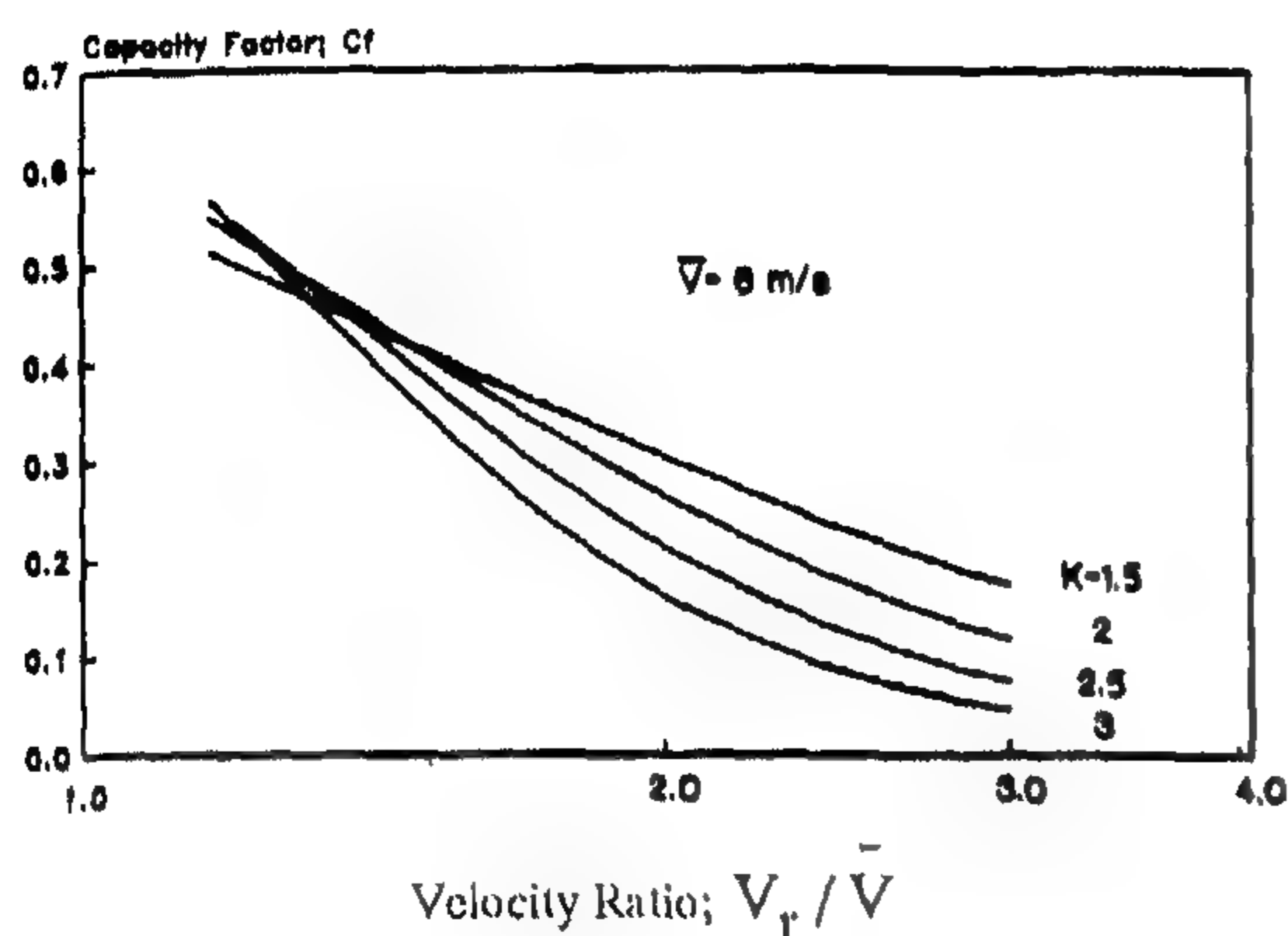
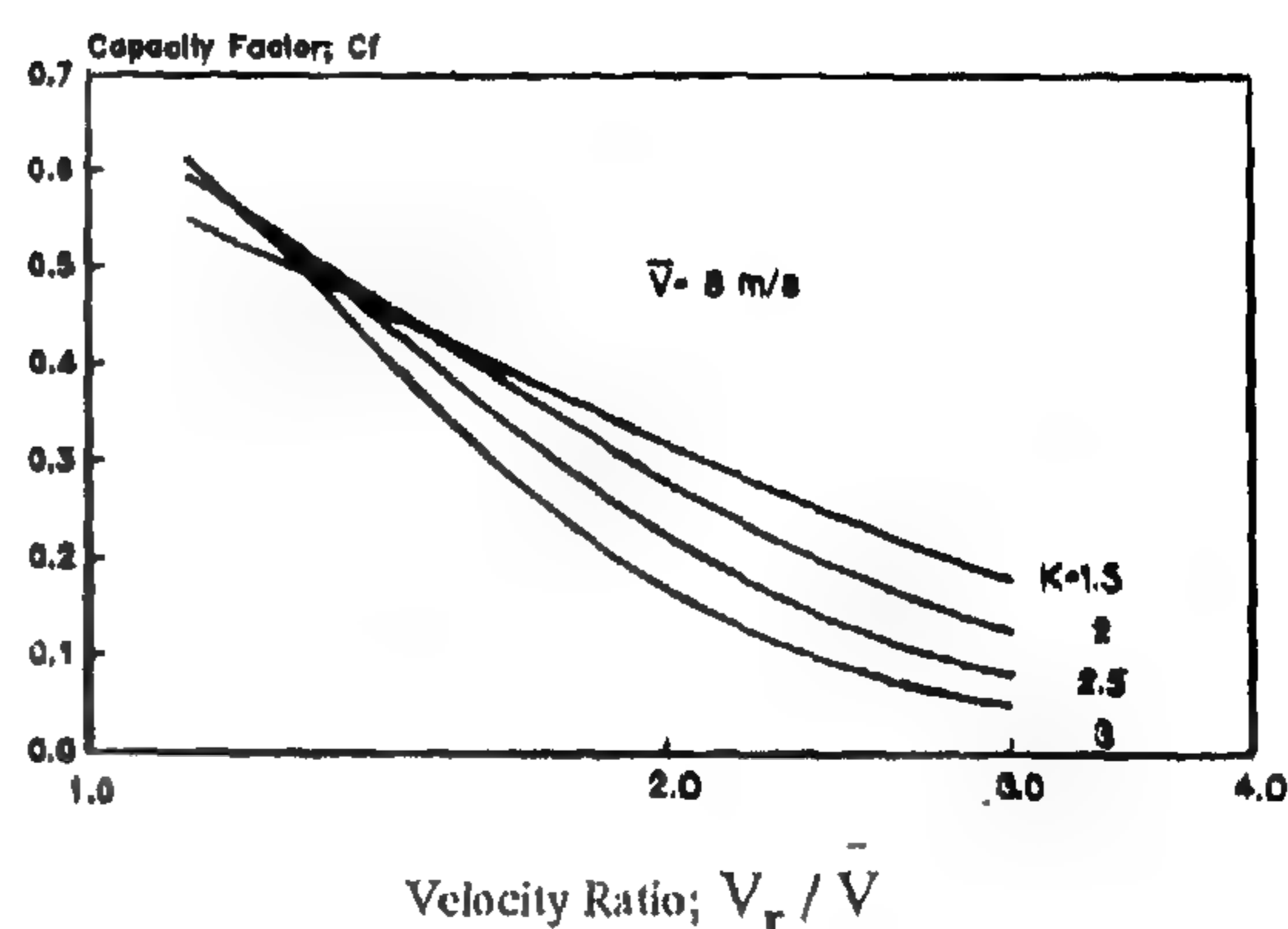
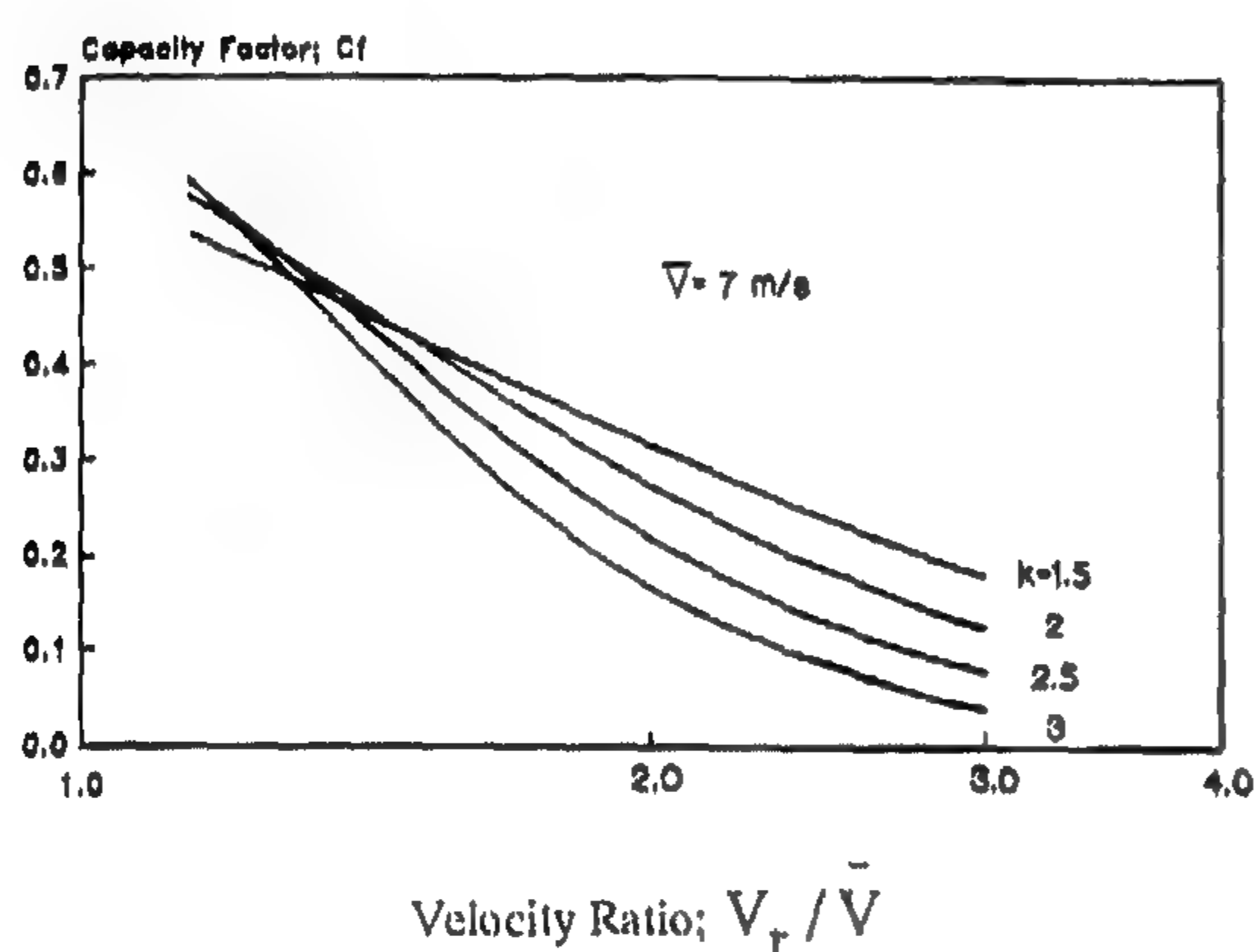
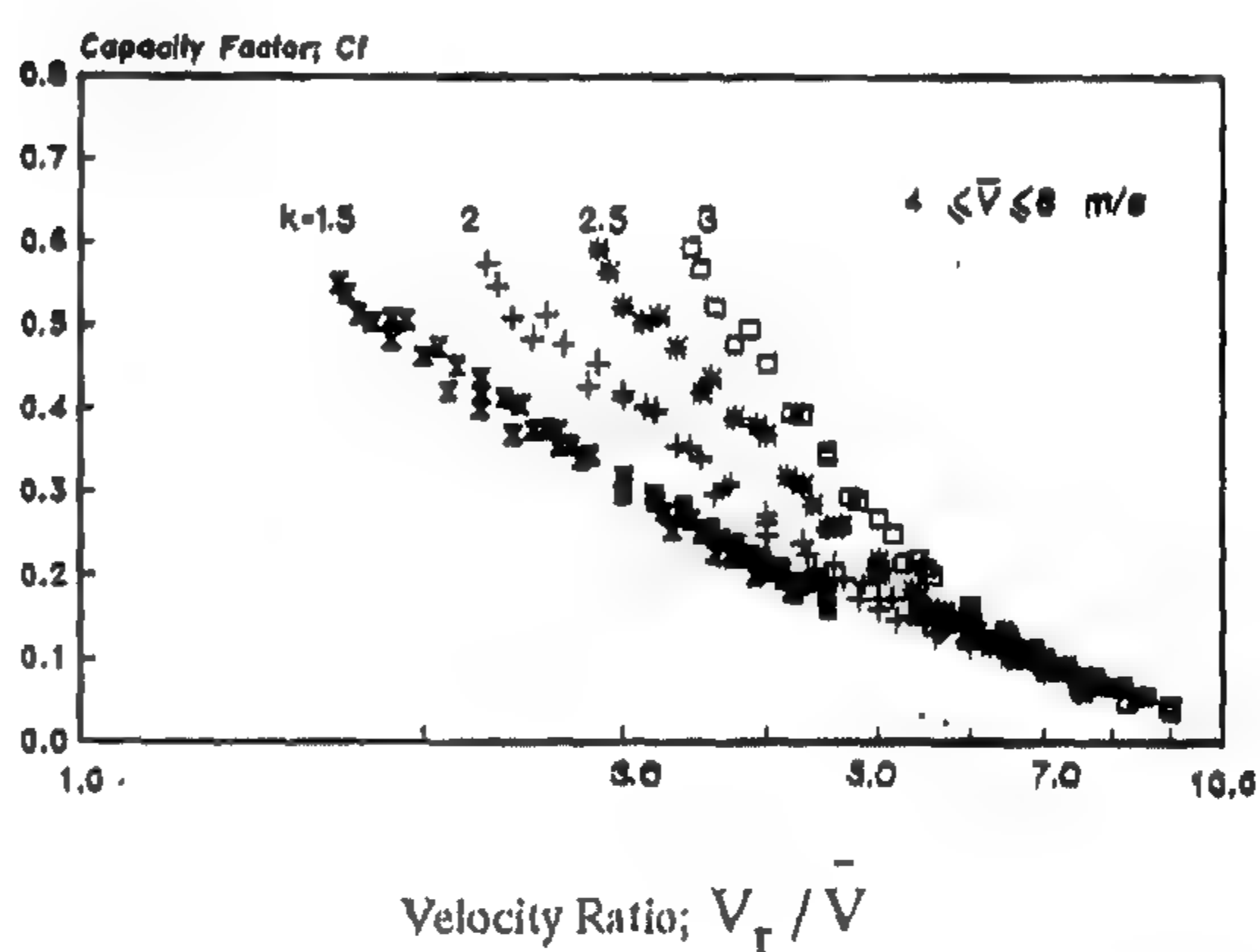
### II - 2 Maxwell's Equations

$$\nabla \times H = J$$

$$\nabla \times A = B \quad (1)$$

$$B = \mu H$$

$$\nabla \times (\nabla \times A) = \mu J \quad (2)$$

Fig. 3- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$ Fig. 5- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$ Fig. 4- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$ Fig. 6- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$ 

#### 4- CONCLUSION

Capacity factor of wind turbine can be accurately estimated using the proposed method . The capacity factor of the wind turbine increases by choosing

turbines with lower rated speed in sites of higher average wind speeds . Also, when the velocity ratio ( $k \cdot V_r / \bar{V}$ ) is greater than 5, there is no effect of changing the shape factor of the wind speed distribution .

#### REFERENCES

1. H.L. Wegley et al, *A Siting Handbook for Small Wind Energy Conversion Systems*, Pacific Northwest Laboratory, Richland, (1978).
2. R.B. Corotis et al, *Journal of Applied Meteorology* 16, pp. 1149 - 1157, (1977).
3. C.G. Justus and A. Mikhail, *Wind Technology Journal* 2, pp.45-62, (1978).
4. J.V. Ramsdell et al, *Solar Energy* 25, pp. 495 - 503, (1980).
5. M.J.M. Stevens, *Wind Engineering* 3,2, pp. 132-145, (1979).
6. J.P. Hennessey, *Journal of Applied Meteorology* 16, pp. 119-128, (1977).
7. A.A. El- Mallah, and K.A. Abed, *Jouranal of the Egyptian Society of Engineers*; Vol . 33, No. 4, pp. 22-24, (1994).



where  $k$  = shape parameter,  $c$  = scale parameter (m / s), and  $V$  = wind speed ( m/s ). The average wind speed is

$$\bar{V} = \int_0^{\infty} V f(V) dV. \quad (3)$$

The integral found cannot be solved, but it can be reduced to a standard integral, the so-called gamma function :

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} Y^{x-1} \exp(-Y) dY, \quad (4)$$

with  $Y = (V/c)^k$  and  $V/c = Y^{1/k}$  one obtains

$X = 1 + 1/k$  and after few manipulations ;

$$\bar{V} = c \Gamma[1 + (1/k)]. \quad (5)$$

Introducing eq. 5 in the expressions for  $F(V)$  and  $f(V)$  yields :

$$F(V) = 1 - \exp\{-\Gamma^k [1 + (1/k)] (V/\bar{V})^k\} \quad (6)$$

and

$$f(V) = (k/V) \exp\{-\Gamma^k [1 + (1/k)] (V/\bar{V})^k\} \quad (7)$$

Scale factor has dimensions of velocity and its maximum value is 1.1 times the average velocity, while  $k$  largely determines the shape of  $F(V)$ . A value of  $k$  close to 1 indicates a highly variable wind regime, while a value of  $k$  greater than 3 indicates more regular and steadier winds.

The capacity factor can be estimated taking into account site and machine characteristics, using the method established by El- Mallah and Abed (7), as

$$C_f = \frac{\exp[-(V_i/c)^k] - \exp[-(V_r/c)^k]}{[(V_r/c)^k - (V_i/c)^k]} \quad (8)$$

where  $V_i$  = cut - in speed (m/s),  $V_r$  = rated speed (m/s), and  $V_o$  = cut- out speed ( m / s ), of the wind turbine.

### 3- ANALYSIS RESULTS

Capacity factors of wind turbines for different values of  $k$  between 1.5 and 3, the average wind speeds ranging from 4 to 8 m/s and cut - in and cut- out speeds 3 and 25 m/s respectively were calculated. Simulation results were analyzed with a wide range of the rated

speed. Figures 1,2,3,4,5 show capacity factor versus the ratio  $V_r/V$  for shape factors from 1.5 to 3. From these curves, it is clear that, the capacity factor of the wind turbine increases by choosing turbines with lower rated speed in sites of higher average wind speeds. The curves have the same trend but the capacity factor increases when the average wind speed increases and there is no possibility to obtain any generalized form. So, these curves were transformed to another form as shown in Fig. 6. According to these new co-ordinates, the capacity factor for five values of average wind speeds were plotted together. From this figure it is clear that, when the velocity ratio ( $k \cdot V_r / \bar{V}$ ) is greater than 5, no change in the shape factor occurs.

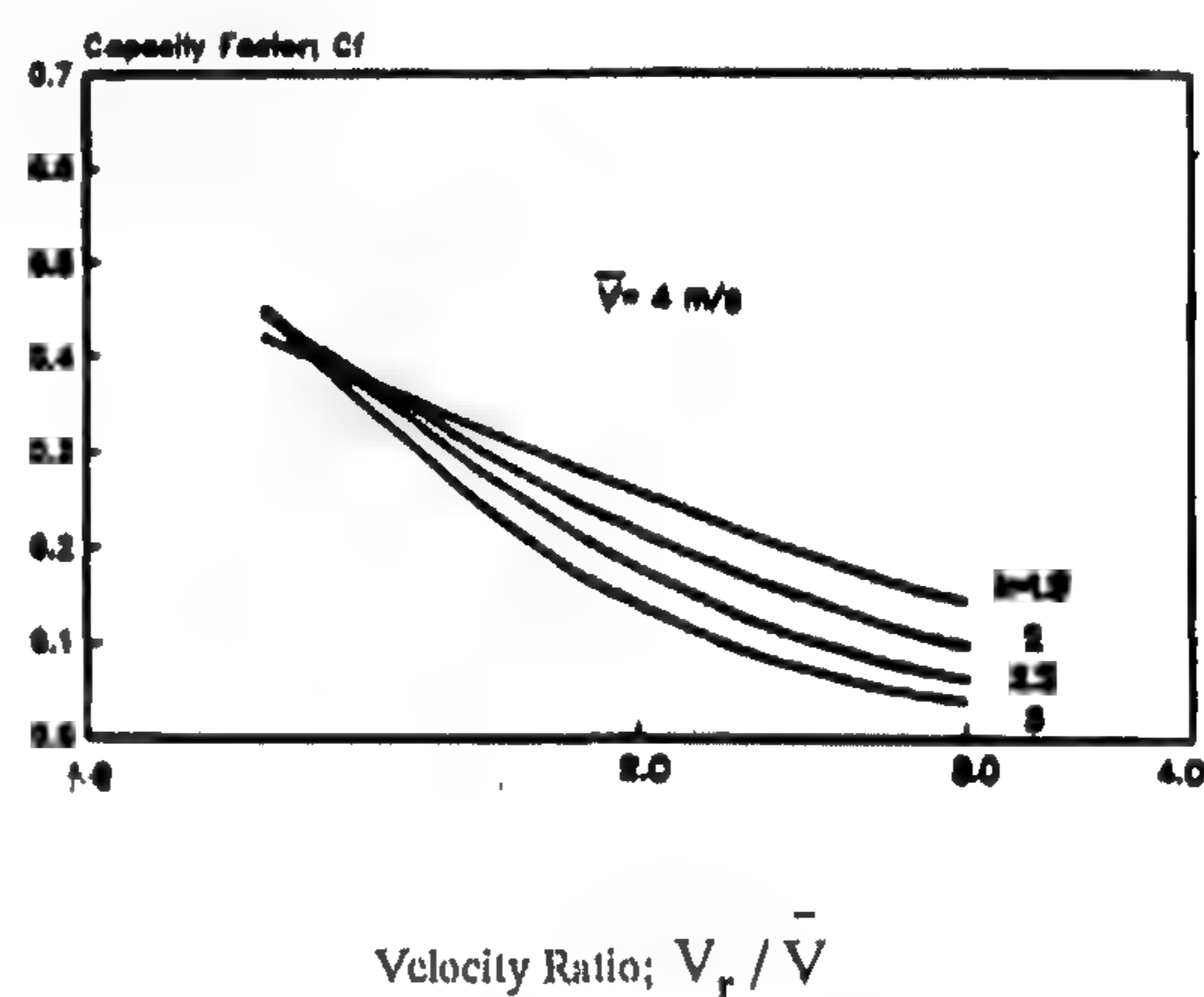


Fig. 1- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$

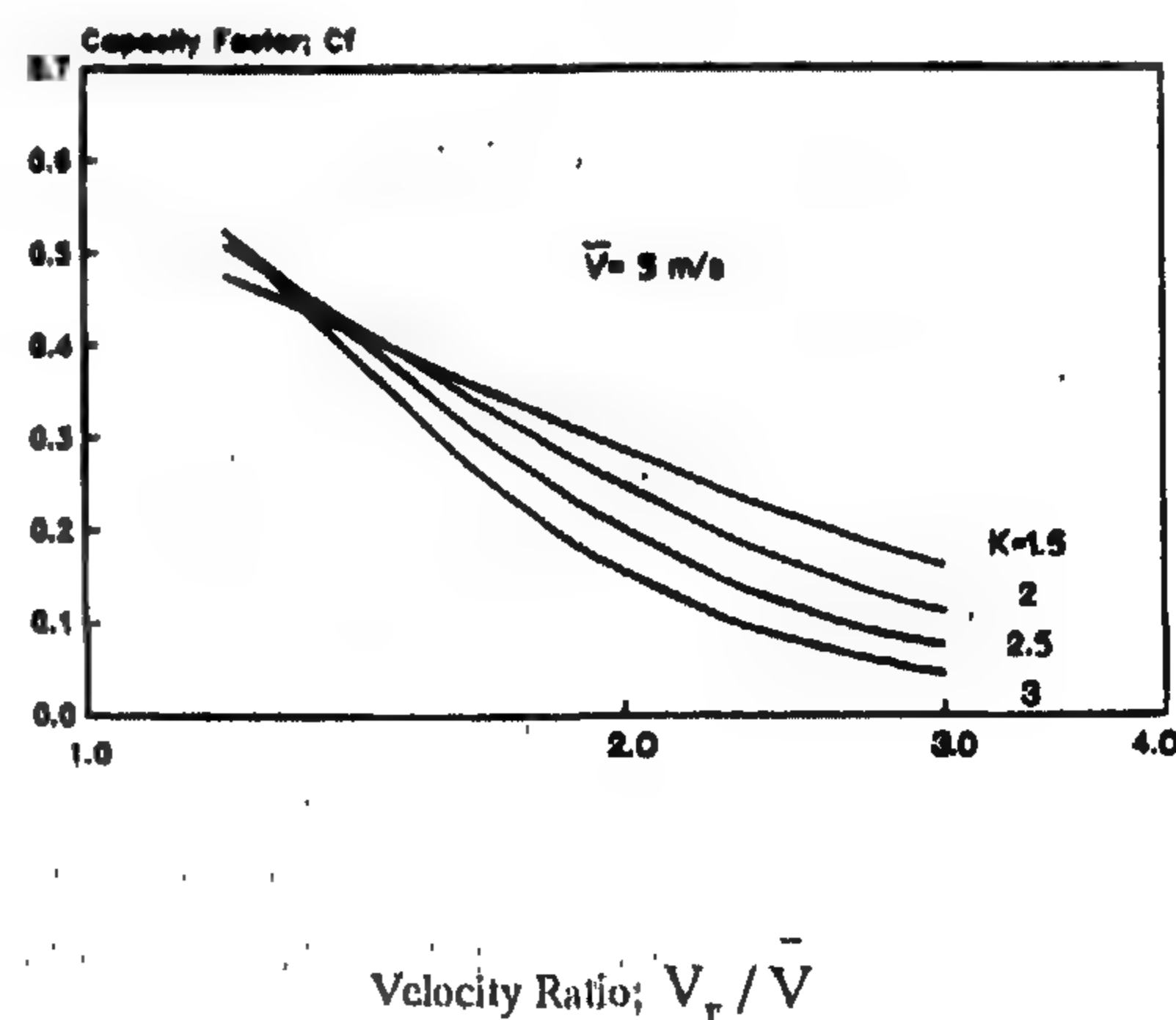


Fig. 2- Capacity factor of wind turbine vs  $V_r / \bar{V}$

## INVESTIGATION OF CAPACITY FACTOR OF WIND TURBINES

By  
K. A. Abed\* and A. A. El - Mallah\*

### ABSTRACT

The amount of power generated by a wind turbine is a result of both the design characteristics of the turbine and the properties of the wind resource. Most of these parameters could be represented by the capacity factor which is defined as the ratio of the average power output to the rated power of the turbine. Since detailed information on the wind speed frequency is often lacking, the shape factor ( $k$ ), of the well known Weibull distribution is often assumed two in evaluating the wind resource, which may lead to a significant error. This may lead to a correspondingly larger output per machine and higher cost per unit. So, accurate estimation of the capacity factor is very important. The aim of this study is to estimate theoretically the capacity factor for different values of shape factor, between 1.5 and 3 and for sites with average wind speed ranging from 4 to 8 m/s. The obtained results were analyzed to obtain a general form for the capacity factor. The method helps the manufacturer of wind turbines in designing the electronic control of the system and the rated power of the generator suitable to a certain diameter of turbine blades.

### 1. INTRODUCTION

The site for a wind turbine must be chosen very carefully to ensure that the location with the highest wind speed in the properties of the wind resource of a site is important to avoid the mismatch with the design characteristics of the wind turbine and consequently to extract a significant power. The site selection is rather easy in flat terrain much more complicated in hilly or mountainous terrains. In these areas, wind shear, turbulence and acceleration have to be considered(1). Vegetation, buildings and the ground itself cause the wind to slow near the ground and increases with increasing height. Also, turbulence decreases the power output of the wind turbine and can lead to unwanted vibrations of the machine.

There are three cases of the site data. First, when a set of hourly data from near meteorological station is available, possibly supplemented by short time measurements at the location where a new wind turbine is planned. Second, when only monthly average wind speeds are available. Third, if no data is available at all, then judgement is limited to inquiries of local population and analysis of the vegetation.

### 2- MATHEMATICAL REPRESENTATION OF WIND REGIMES

There is a number of manipulations describing wind data; basically looking at two aspects: time distribution

and frequency distribution. Generally, it can be stated that the annual wind regime repeats itself quite consistently. The works of Corotis (2), Justus (3), and Ramsdell et al (4), indicate that the annual average wind speed as found from 12 months of data recording will be within 10% of the true long term average wind speed with a 90% confidence level. Stevens (5), and Hennessey (6), mentioned that, the Weibull function is a good match with the measured data of wind speed. Since most of the modern meteorological stations give wind speed as Weibull parameters  $k$  &  $c$  for the different sites, hence the capacity factor can be estimated taking into account site and machine characteristics. In some cases the Rayleigh distribution, a special case of the Weibull distribution, is used to describe approximately the wind speed frequency. This paper deals with the Weibull function and a method to estimate the capacity factor for different distributions and different wind turbine parameters.

The Weibull cumulative distribution function is given by

$$F(V) = 1 - \exp. [-(V/c)^k], \quad (1)$$

and the probability density function is given by:

$$f(V) = (k/c) \times (V/c)^{k-1} \times \exp. [-(V/c)^k], \quad (2)$$

\* Mechanical Engineering Department, National Research Centre, Dokki, Cairo.

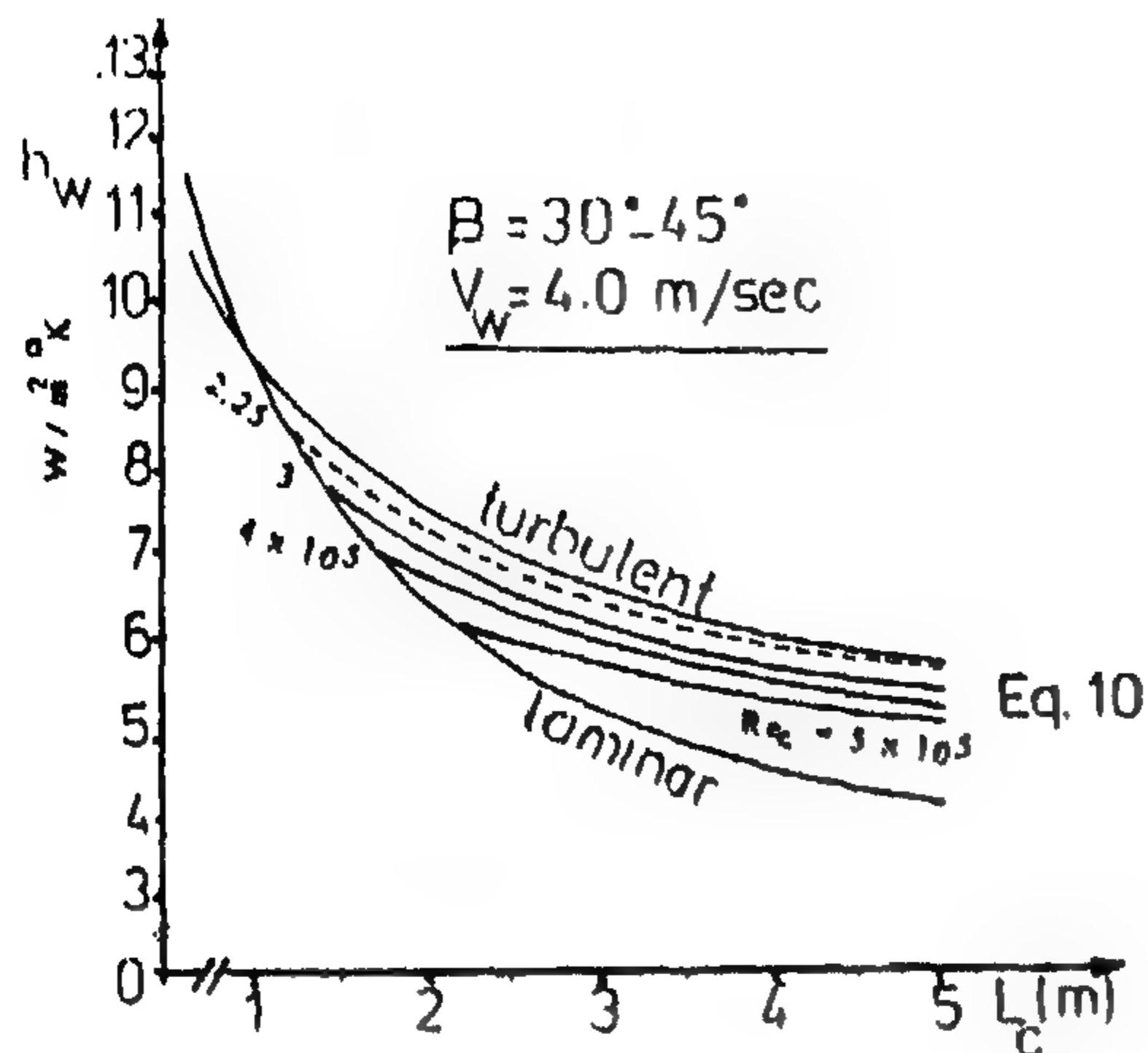
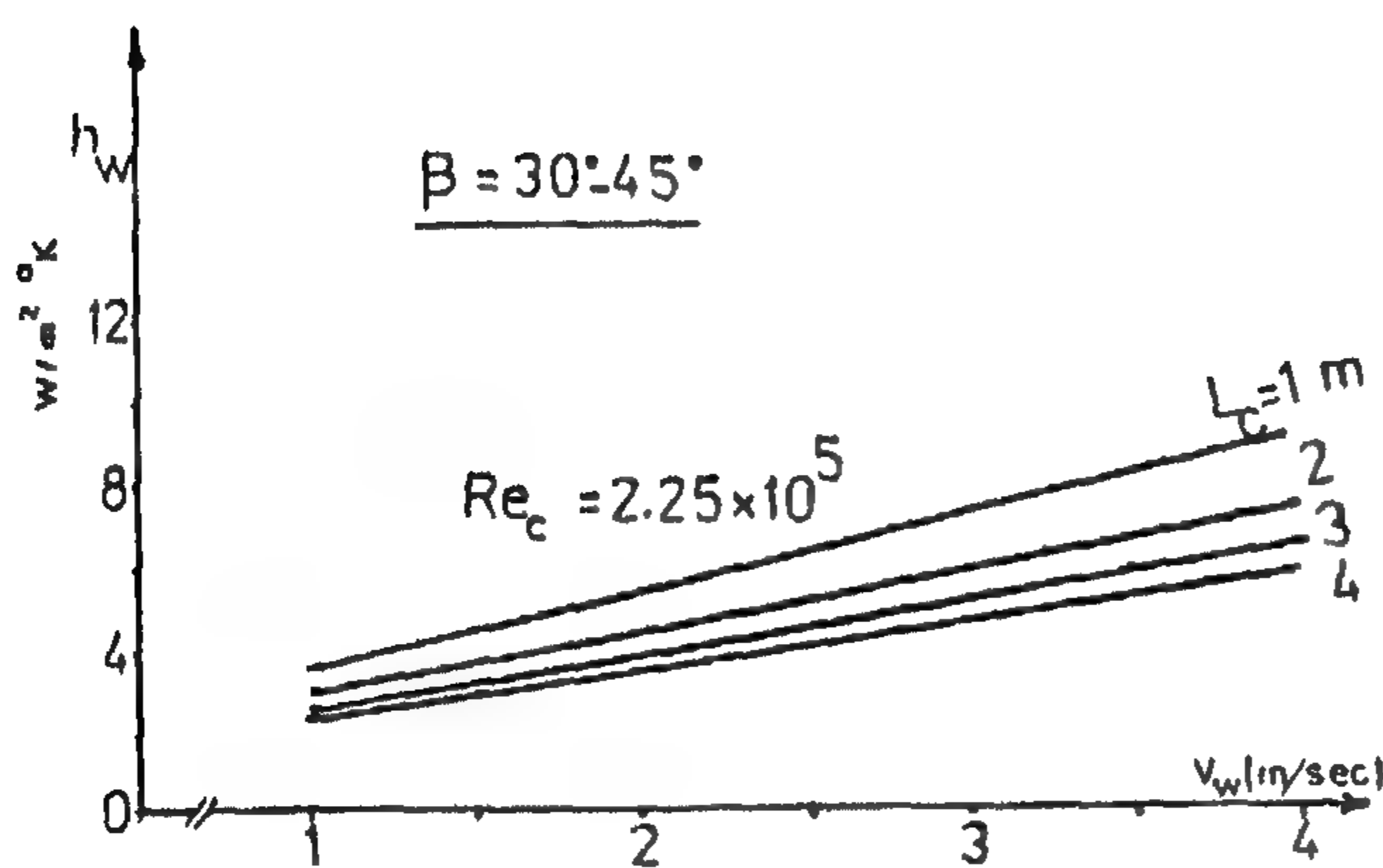


3- The finite thickness of the collector presents a blunt leading edge to the wind which presumably produces turbulent flow conditions over the collector cover.

The turbulent zone along the collector cover appears to be large at low tilt angle leading to an increase of the coefficient of heat loss and vice - versa .

## REFERENCES

- [1] Duffie , J. A. and Beckman W.A.; "Solar Energy Thermal Process", Wiley Inter- science , New york , PP. 137 -139 ( 1974) .
- [2] Kreith , F. ; " Heat Transfer" ,2nd Edition , Int . Text Book Comp , (1972).
- [3] Eckert , E.R. ; "Heat and Mass Transfer", Mc Graw Hill (1978).
- [4] Lunde , P.J. ; "Solar Thermal Engineering", PP. 120 -165 , Wiley New York (1980) .
- [5] McAdam , W.H. "Heat Transmission" , 3 rd Edition , PP . 237- 238 , McGraw Hill, New York (1954) .
- [6] Watmuff , J.H. ; Charters , W.S. and Proctor , D., " Solar and Wind Induced External coefficients . Solar Collectors" , Compels , Int . Revue Hellio Tech., Vol . 2, P. 56 (1977) .
- [7] Shilchting , H., "Boundary Layer Theory", McGraw Hill Inc . (1954).
- [8] Sparrow , E.M. ; Ramsy , J.W. and Mass , E.A., " Effect of Finite Width and Heat Transfer and Fluid Flow", ASME , J. of Heat Transfer , Vol. 101 , PP. 190 - 204 May (1979) .
- [9] Motwani , D.G.; Gaitonde , V.N., and Sukhatme , S.P.; " Heat Transfer from Rectangular Plates Inclined at Different Angles of Attack and Yaw to an Air Stream", ASME , J. of Heat Transfer , Vol. 107 PP. 307 -3/2 May ( 1985 ) .

Fig. 7- Variation of  $h_w$  with  $L_c$  for high  $\beta$ Fig. 8- Variation of  $h_w$  with  $V_w$  for high  $\beta$ 

From the last discussion, it is found that the previous correlations (5,6, &7) and the present deduced empirical equations (9&10) show that ( $h_w$ ) depends on ( $L_c$ ), while the previous relations (1,2, &3) don't show any dependence of ( $h_w$ ) on ( $L_c$ ).

As a final result of the analysis and discussion it is found that in the case of low tilt angle the suitable value of ( $Re_c$ ) to be considered for calculating ( $h_w$ ) by the use of equation (9) is equal to  $1 \times 10^5$ . The value of ( $Y$ ) corresponding to the value of ( $Re_c$ ) is equal to 2770. Equation (9) is presented in the following form :

$$Nu = 0.630 (Pr)^{0.33} \{ (Re)^{0.77} - 2770 \} \quad (11)$$

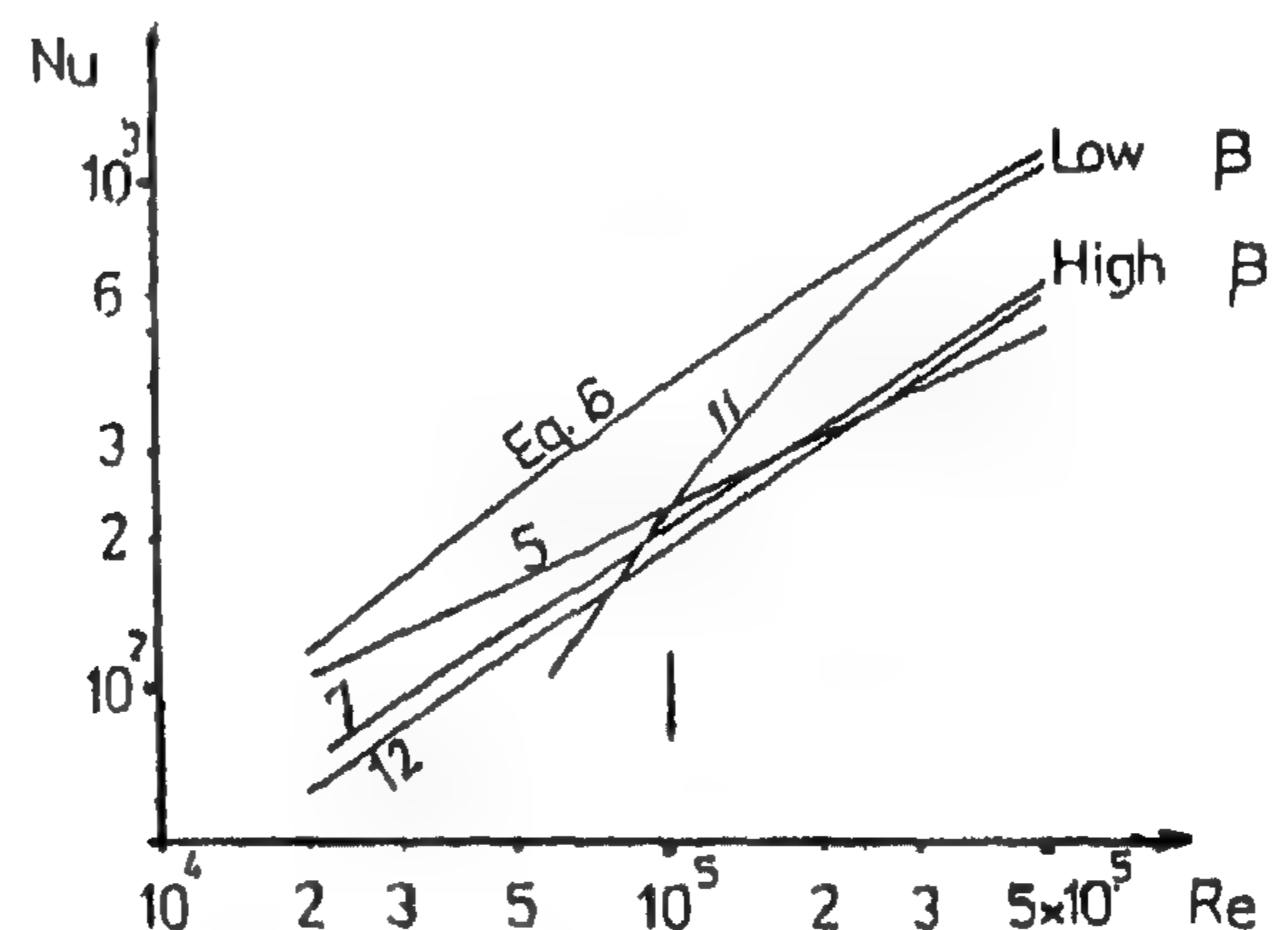
In the case of high collector tilt angle, ( $30^\circ - 45^\circ$ ), the reasonable value of ( $Re_c$ ) is equal to  $2.25 \times 10^5$  and the corresponding value of  $Y$  is equal to 66. Equation

(10) is presented in the following form :

$$Nu = 0.095 (Pr)^{0.33} \{ (Re)^{0.68} - 66 \} \quad (12)$$

The deduced equations (11&12) and the previous ones (5,6, &7) are used in a comparison between the variation of ( $Nu$ ) with ( $Re$ ) at low and high collector tilt angles as shown in Fig. (9) from which it is noticed that :

- 1- The value of ( $Nu$ ) decreases as the collector tilt angle increases.
- 2- At  $Re > 1 \times 10^5$ . The rate of increase of ( $Nu$ ), in the case of low collector tilt angle, is higher than that in the case of high tilt angle.

Fig. 9- Variation of Nusselt number with Reynolds number at low and high  $\beta$ 

This behavior is due to that at low collector tilt angle, a separation zone is formed just after the collector leading edge, because of the bluntness of this edge [7&9]. This separation zone is decreased or may disappear at high collector tilt angles and consequent ( $Nu$ ) decreases.

## CONCLUSION

From this study it is concluded that :

- 1- The use of the previous equations (1,2,&3) suggested by McAdam, Watmuf, and LUNDI et al may give inaccurate values of ( $h_w$ ) due to its independence of either the collector dimensions or its tilt angle which are important factors as discussed before.
- 2- The present deduced equations (11& 12) are the most suitable ones by which the coefficient of heat loss due to wind can be calculated with a reasonable accuracy. In those equations transition flow conditions are considered at  $Re_c = 1 \times 10^5$  for the collectors at low tilt angle and at  $Re_c = 2.25 \times 10^5$  for the collectors at high tilt angle.



values of  $(Re_c)$  ranging from  $2 \times 10^5$  to  $5 \times 10^5$ , the calculated values of  $(h_w)$  don't satisfy these conditions

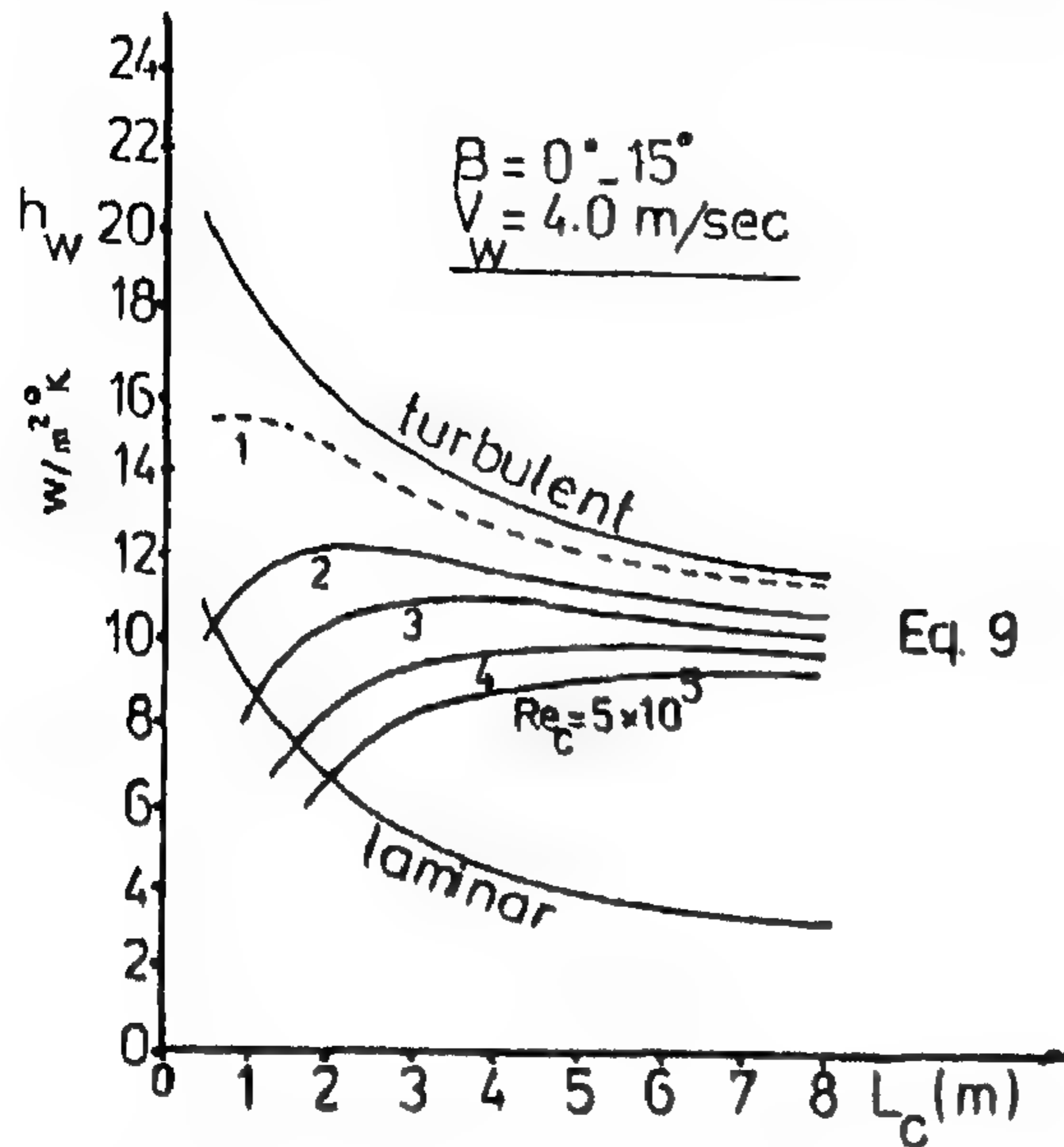


Fig. 4- Variation of  $h_w$  with  $L_c$  for low  $\beta$

2- Figure (4) shows that at any values of  $(V_w)$ , (4m/s in this case), the calculated  $(h_w)$  at low collector tilt angle lies between those of the laminar and turbulent flow conditions, while at high values of  $(V_w)$ , it is close to that of turbulent flow condition. Other values of  $(Re_c)$  don't satisfy those conditions.

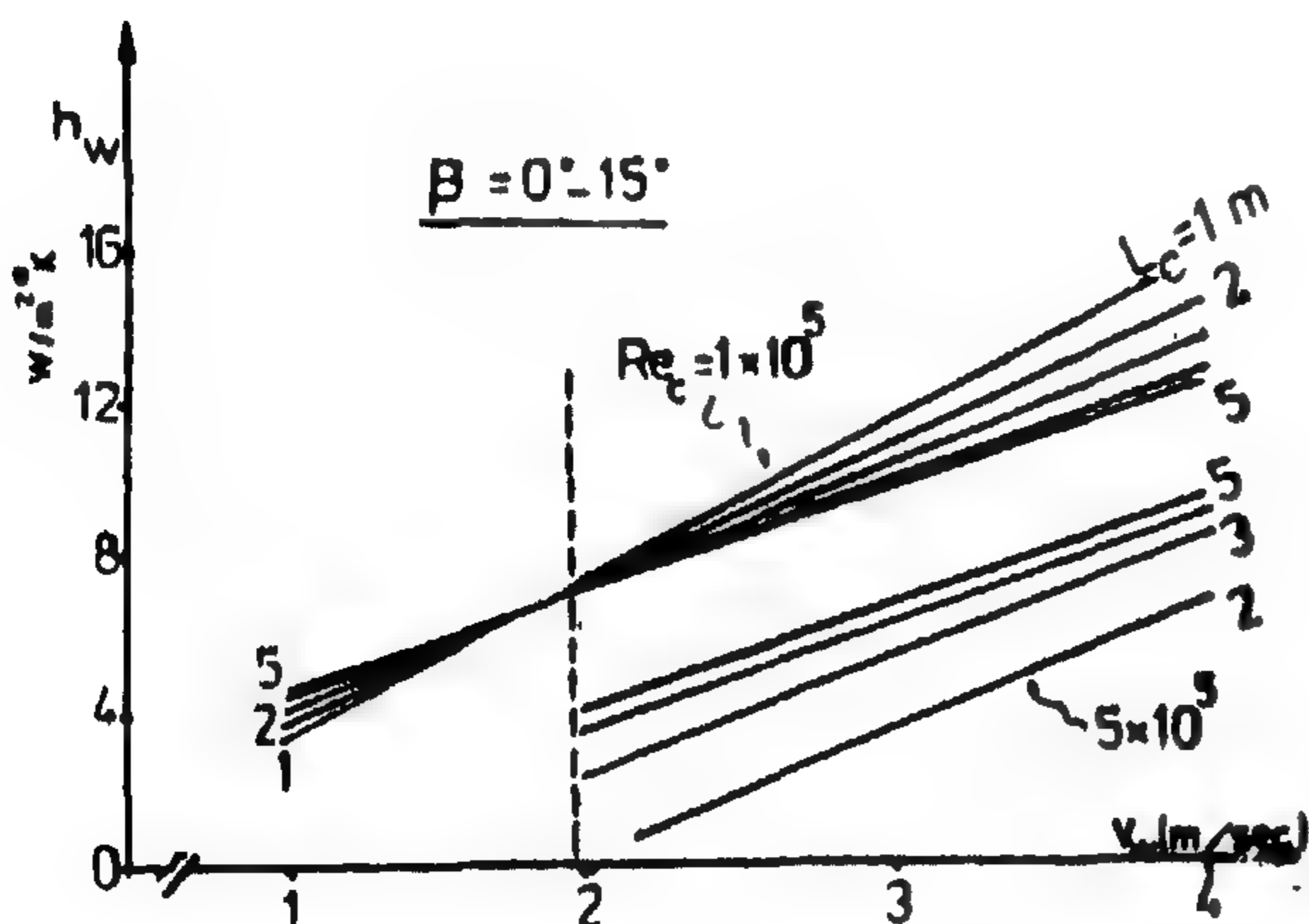


Fig. 5- Variation of  $h_w$  with  $V_w$  for low  $\beta$

3- The comparison between the trends of the variation of  $(h_w)$  with  $(L_c)$  at different values of  $(V_w)$  in the cases of  $(Re_c) = 1 \times 10^5$  and  $5 \times 10^5$  at low collector tilt angle is represented in Fig. (6). It shows that at  $Re_c = 1 \times 10^5$ ; this trend is similar to that noticed from the previous experimental results during certain range of  $(V_w)$ , which state that  $(h_w)$  decreases with the

increase of  $(L_c)$ . At any value of  $(V_w)$  less than the lower limit of this range, the trend of this variation contradicts the previous experimental results. This is due to the presence of the buffer zone at which the transition is due to the presence of the buffer zone at which the transition condition takes place. At  $Re_c = 5 \times 10^5$ , this trend also contradicts the previous experimental results.

From Figs. (6-8) it is noticed that in the case of high collector tilt angle, the most reasonable value of  $(Re_c)$  which satisfies the condition of the transition flow is equal to  $2.25 \times 10^5$ . This is due to the following remarks:

- 1- At this value of  $(Re_c)$  and at constant value of  $(L_c)$ , (2 m in this case), the calculated values of  $(h_w)$  at low values of  $(V_w)$  are close to that in the case of laminar flow. At high values of  $(V_w)$  it approaches the limits of turbulent flow. At other values of  $(Re_c)$  this condition is not satisfied as shown from Fig. (6). It must be noticed that up to  $Re_c = 2 \times 10^5$  the relaminarization of flow exists [9].

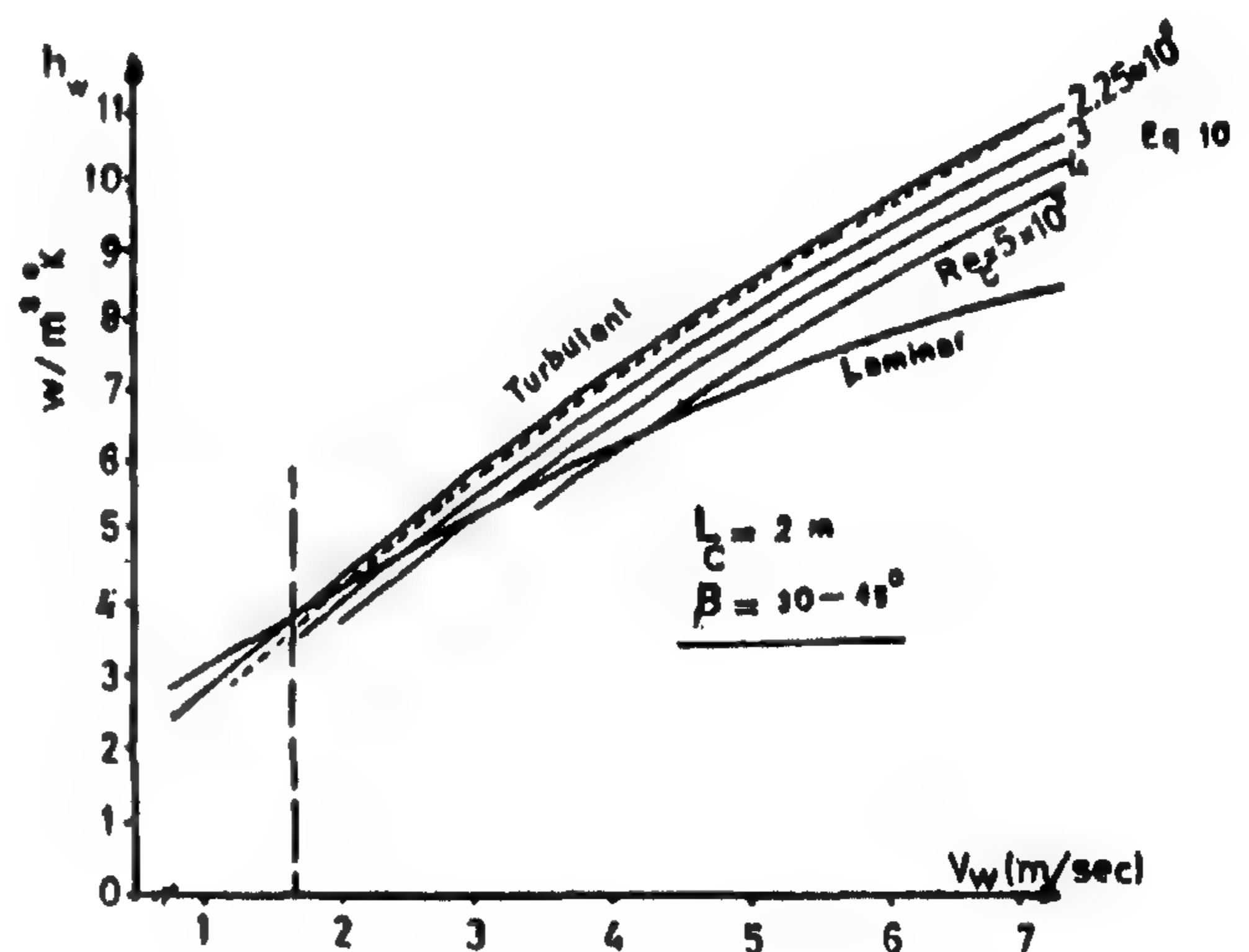


Fig. 6- Variation of  $h_w$  with  $v_w$  for high  $\beta$

2- At certain value of  $(V_w)$ , the calculated values of  $(h_w)$  at  $Re_c = 2.25 \times 10^5$  at different values of  $(L_c)$  satisfy the mentioned conditions in the last item. This can be clearly noticed from Fig. (7) which also shows that at other values of  $(Re_c)$  those conditions are not satisfied.

3- From Fig.(8), it is clear that the trend of the variation of  $(h_w)$  with each of  $(V_w)$  and  $(L_c)$  shows that  $(h_w)$  increases with the decrease of  $(L_c)$  and the increase of  $(V_w)$ .

## TRANSITION FROM LAMINAR TO TURBULENT FLOW

Although there are no experimental studies involving transition conditions, it has been discussed [2,3] that in reality, a laminar boundary layer precedes the turbulent boundary layer for a certain distance  $X_c$ . For the flat-plate solar collectors, The transition can be incorporated by assuming laminar flow between  $X = 0$  and  $X = X_c$  and turbulent flow between  $X = X_c$  &  $X = L$ . In this case, the transition zone is neglected. Using (Eqs. 5 & 6 or 5 & 7) for respective flow conditions, the convective heat loss coefficient in mixed flow is obtained. The equations mentioned before, are derived experimentally on the basis of the characteristic plate length ( $L_c$ ) rather than the ordinary collector length ( $L$ ). Since air flow may not be always unidirectional, i.e. parallel to the collector surface, the use of ( $L_c$ ) is suitable for the case of multi directional air flow [9]. The characteristic plate length ( $L_c$ ) is given by the following relation :

$$L_c = 4A / C \quad (8)$$

It is important to determine the reasonable limit of ( $Re_c$ ) for the solar collectors of low and high tilt angles ( $\beta$ ) at which the transition occurs. In the following article an empirical equation for ( $h_w$ ) at mixed flow conditions will be deduced.

## DEDUCTION OF NEW EMPIRICAL EQUATIONS FOR CALCULATING HEAT LOSS COEFFICIENT DUE TO WIND IN MIXED FLOW CONDITIONS

Considering the fact that Sparrow *et al* [8] have considered  $Re_c = 1 \times 10^5$  as the upper limit for the laminar flow condition, so an examination of various ( $Re_c$ ) values ranging from  $1 \times 10^5$  to  $5 \times 10^5$  is made. Using Eqs. (5 and 6) at low collector tilt angles ( $\beta = 0-15^\circ$ ); the following empirical equation for ( $h_w$ ) is deduced :

$$h_w = 0.063 (Pr)^{0.33} (K/L_c) [ (Re)^{0.77} - Y ] \quad (9)$$

$$\text{where } Y = (Re_c)^{0.77} - 13.65 (Re_c)^{0.5}$$

This equation is used for calculating the convective heat transfer coefficient in mixed flow over a collector of low tilt angles.

For high tilt angles ( $\beta = 30$  to  $45^\circ$ ), a comparison is made between the data of Sparrow *et al* [8] and Motwani *et al* [9]. It is found that the data of Sparrow intersect with the data of Motwani at certain wind speed corresponding to  $Re = 2 \times 10^5$ . An examination

of various ( $Re_c$ ) ranging from  $2 \times 10^5$  to  $5 \times 10^5$  is made for high plate tilt angles. Equations (5 and 7) are used from which the following empirical equation is deduced :

$$h_w = 0.095 Pr^{0.33} (K/L_c) [ (Re)^{0.68} - Y ] \quad (10)$$

$$\text{where } Y = (Re_c)^{0.68} - 9.05 (Re_c)^{0.5}$$

To find the suitable values of ( $Y$ ) which satisfy the condition of the transition flow, the corresponding values of ( $Re_c$ ) should be found. The values of ( $h_w$ ) at different values of ( $V_w$ ) and ( $L_c$ ) are calculated at different values of ( $Re_c$ ) ranging from its lower limit ( $1 \times 10^5$ ) to its upper limit ( $5 \times 10^5$ )

Equation (9) is used in calculating ( $h_w$ ) at low collector tilt angles ( $0-15^\circ$ ), while equation (10) is used in the case of high collector tilt angles ( $30-45^\circ$ ). The obtained results and the previous experimental ones obtained from equations (5, 6, & 7) are illustrated in Figs (3-8). These illustrations are used in denoting the most suitable values of ( $Re_c$ ) which describe the actual flow conditions over the flat-plate collector, i.e. the transition flow conditions.

From Figs (3-5), It could be seen that in the case of low collector tilt angles  $Re_c = 1 \times 10^5$  is the most reasonable value which satisfies the actual flow conditions over the collector. This is due to the following reasons :

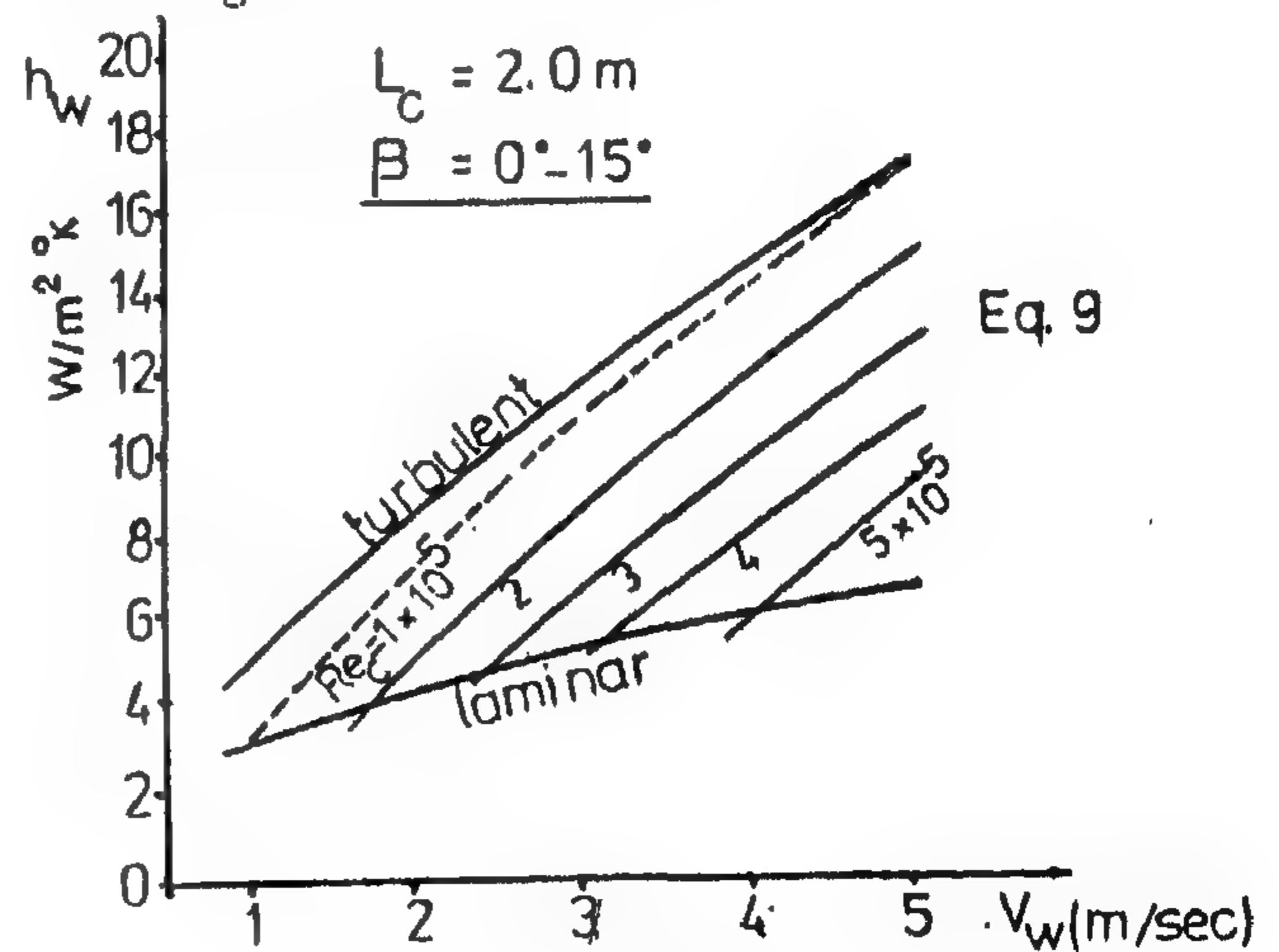


Fig. 3- Variation of  $h_w$  with  $v_w$  for low  $\beta$

1-From Fig. (3) for any value of ( $L_c$ ), (2 m in this case) the calculated values of ( $h_w$ ) at low ( $V_w$ ), in the case of  $Re_c = 1 \times 10^5$  are close to that calculated at laminar flow conditions. At high ( $V_w$ ) it approaches the turbulent flow values. It must be noticed that at ther



laminar flow condition and the viscous forces are dominant. As the laminar boundary layer begins to grow, The inertia force increases, leading to a critical ratio of inertia to viscous forces. This case corresponds to a transition from laminar to turbulent condition. It was found that the critical limit for the inception of transition to turbulent flow depends on different factors such as collector characteristic length, collector surface roughness, the nature of the leading edge, collector aspect ratio, collector tilt angle and the degree of disturbance at the free stream flow (7).

The critical Reynolds number ( $Re_c$ ) corresponding to the transition condition is given by the following equation:

$$Re_c = (V_w X_c) / \gamma \quad (4)$$

The product ( $V_w X_c$ ) is the factor which determines the necessary condition for the transition condition in flat-plate solar collectors.

It was suggested that under average flow conditions, the laminar flow persists for  $Re_c \leq 5.0 \times 10^5$  [2]. This range of ( $Re_c$ ) is not necessarily applicable in flat-plate solar collectors as will be discussed later. In order to formulate a correlation by which ( $h_w$ ) can be calculated at mixed flow condition, the available experimental data for both laminar and turbulent flow conditions are discussed.

### ANGLE OF WIND ATTACK

The orientation angle and the angle of attack ( $\beta$ ) in the case of zero yaw angle is illustrated in Fig.(1). The reference situation of zero attack angle and zero yaw angle is shown with dotted lines. The angle of attack ( $\beta$ ) being set by rotating the plate PQRS about axis OY. Air flows in the direction XO. Consequently the angle of wind attack is considered to be equal to the collector tilt angle.

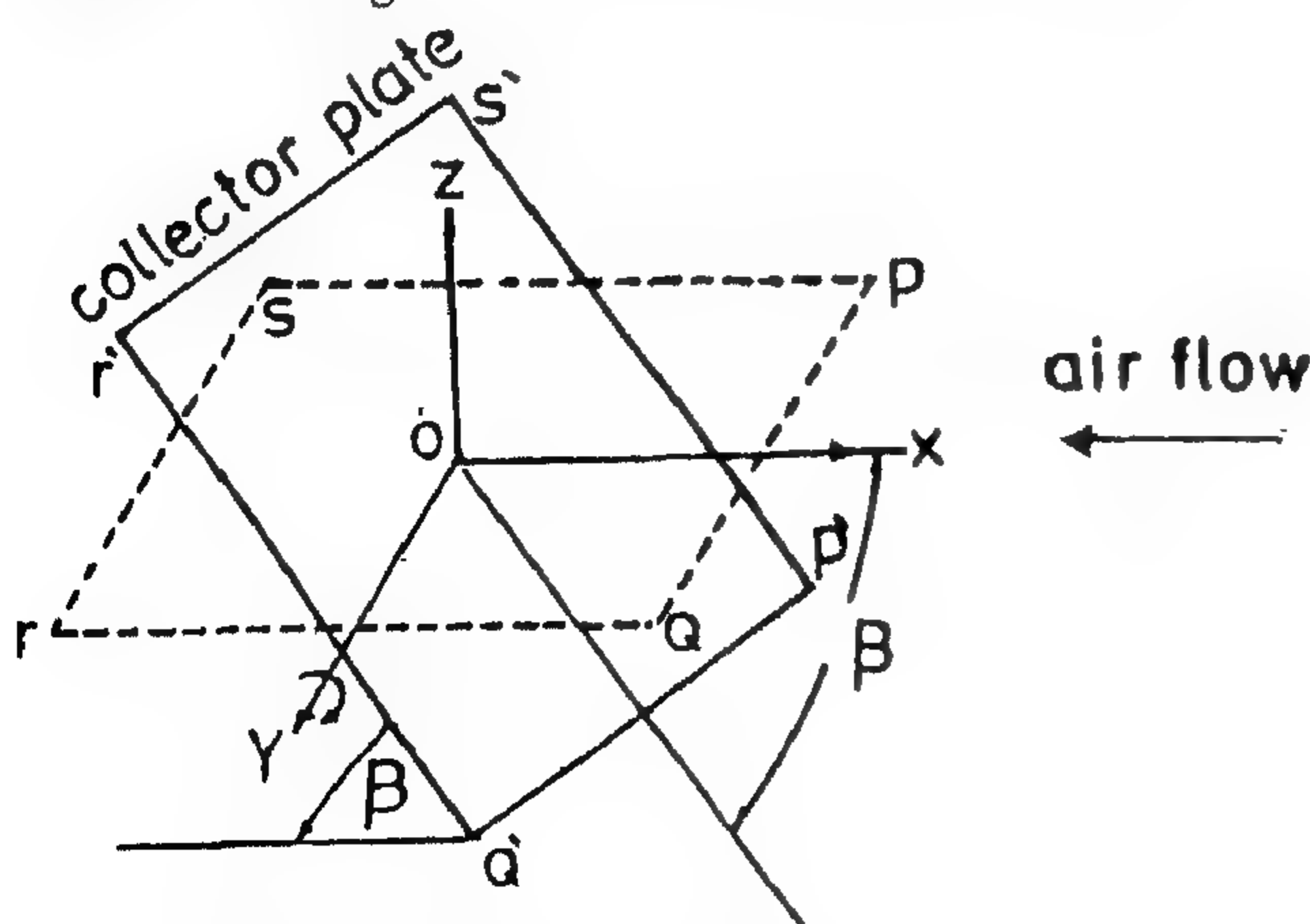


Fig. 1- Collector orientation in terms of angle of attack

### CASE OF LAMINAR FLOW

Sparrow et al [8] have conducted wind tunnel tests and have studied three dimensional laminar air flows over a square and a rectangular plates. The range of experimental variables were as follows:

$$4.5 \text{ m/s} \leq V_w \leq 24 \text{ m/s}, 25^\circ \leq \beta \leq 90^\circ,$$

$$0 \leq \omega \leq 45^\circ, 2 \times 10^4 \leq Re \leq 1.0 \times 10^5.$$

Based on the experimental observations they have suggested a correlation which fits accurately their experimental data in the following form:

$$(Nu)_l = 0.86 (Pr)^{0.33} (Re)^{0.5} \quad (5)$$

### CASE OF TURBULENT FLOW

The experimental work by Motwani et al [9] have focused on turbulent flow condition. The experimental work was done in a wind tunnel at the following conditions:

$$1 \text{ m/s} \leq V_w \leq 24 \text{ m/s}, 0 \leq \beta \leq 45^\circ, 0 \leq \omega \leq 30^\circ, \\ 2 \times 10^4 \leq Re \leq 3.2 \times 10^5.$$

They deduced experimental correlations at different ranges of ( $\beta$ ) in the following forms:

$$\text{for } \beta = 0 - 15^\circ,$$

$$(Nu)_l = 0.063 (1 - (\beta/44.2)) (P_2)^{0.33} (Re)^{0.77} \quad (6)$$

$$\text{for } \beta = 30^\circ - 45^\circ,$$

$$(Nu)_l = 0.095 (P_2)^{0.33} (Re)^{0.68} \quad (7)$$

It is noticed from these correlations that ( $h_w$ ) depends on ( $\beta$ ). Figure (2) represents two flow patterns for low and high collector tilt angles (or angle of wind attack) [9]

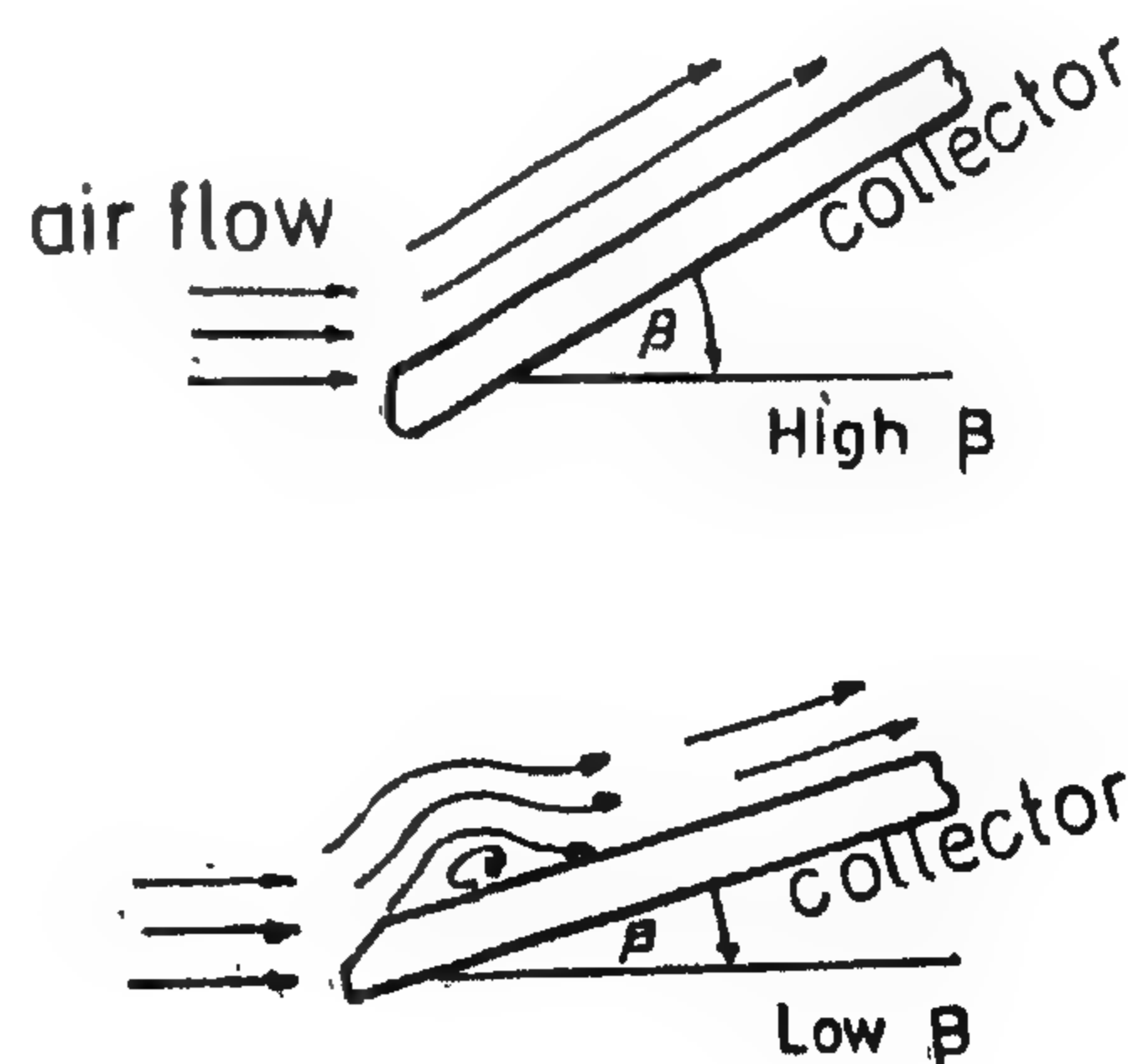


Fig. 2- Flow pattern on the collector at low and high  $\beta$

## WIND-RELATED HEAT LOSSES IN MIXED FLOW CONDITION OVER SOLAR COLLECTOR COVER

By  
W. H. Tadros\* and M. E. El - Swify\*

### ABSTRACT

Convective losses from flat -plate solar collectors due to wind are evaluated and assessed at high and low collector tilt angles. It was found that the wide range of wind speeds, the finite thickness of the collector and the angle of wind attack are the most factors that influence the nature of the flow condition along the collector. These factors imply that there is a laminar, a turbulent or a mixed flow condition. The convective losses due to wind are analyzed considering the existence of a transition from laminar to turbulent flow condition. Suitable empirical equations are deduced to be used for calculating convective heat losses due to wind over the flat-plate solar collectors of different tilt - angles. It is found that the calculated convective heat loss coefficient due to wind using the present deduced empirical equations is more suitable than those calculated using previous correlations.

### NOMENCLATURE

A	Collector surface area,	$m^2$
C	Circumference of the collector,	m
$h_w$	Convective heat loss coefficient due to wind	$W/m^2 \cdot K$
L	Collector length	m
$L_c$	Characteristic collector length,	m
K	Thermal conductivity,	$W/m \cdot K$
Nu	Nusselt Number for mixed flow	
(Nu) <sub>l</sub>	Nusselt Number, for laminar flow	
(Nu) <sub>t</sub>	Nusselt Number, for turbulent flow	
Pr	Prandtl Number,	
Re	Reynolds Number,	
$Re_c$	Critical Reynolds Number	
$V_w$	Wind speed,	m / s
$X_c$	Critical distance at which the transition occurs	m
$\beta$	Collector tilt angle, or angle of wind attack,	
$\nu$	Kinematic viscosity	$m^2 / s$
$\omega$	Yaw angle	deg.

Wattmuff (6) presented relation in the following forms :

$$h_w = 4.5 + 2.9 V_w \quad (1)$$

$$h_w = 5.7 + 3.8 V_w \quad (2)$$

$$h_w = 2.8 + 3.0 V_w \quad (3)$$

These equations are very simple to be used as linear relations between ( $h_w$ ) and ( $V_w$ ) but have some limitations. They neither distinguish between the flow condition nor account for the air properties which depend on its temperature. In addition to that, these equations show no variation of ( $h_w$ ) with the collector dimensions. They yield significantly higher values of ( $h_w$ ) at moderate wind velocities. Indeed the solar collector dimensions and the wind speed are the determining factors for air flow conditions.

This paper presents an overview of the air flow characteristics relevant to the flat-plate collectors. Discussion is made on the available experimental work and the resulting correlation for ( $h_w$ ) in the laminar and turbulent flow conditions. A more likely air flow condition on flat-plate solar collectors is the mixed flow involving a transition from laminar to turbulent flow. This condition motivated the present work to find out new correlations by which ( $h_w$ ) can be calculated at low and high tilt angle in the case of mixed flow conditions with reasonable accuracy.

### AIR FLOW OVER FLAT-PLATE SOLAR COLLECTORS

When air flows over a flat-plate solar collector, the velocity profile near the leading edge corresponds to the

### INTRODUCTION

The efficiency of a flat-plate solar collector greatly depends on how much heat is lost by convection and radiation which are the most significant of heat losses. Convective losses due to air gap between the absorber and the transparent cover can be determined to a reasonable accuracy using one of the several correlations reviewed. On the other hand, the determination of convective loss coefficient due to wind ( $h_w$ ) has been poorly discussed in solar energy related references (1-4). The most recommended correlations are inadequate. For example, Lunde (4), McAdam (5), and

\* National Research Center, Solar Energy Department, Cairo, Egypt



## REFERENCES

- 1- THOMAS, T.R., and WALKER, M. " Roughness Measurement With a Microcomputer" , *Microcomputer Applications* , (3) , No. 4, 40-47,(1979)
- 2- RASHED, O.A., " Computer - Aided Measuring System for the Three Dimensional Assessment of Surface Quality", *Fifth International Conference on Computer- Aided Production Engineering, University of Edinburgh*, 275-284,(1989).
- 3- CHAJDA, j., CELLARY, A., and WIECZOROWSKI, M., "A Necessity of Three Dimensional Surface Stereometry Characterization , But by Means of Laser Optical Probe ", *Proceedings of the XIII IMEKO World Congress*,(3),1748-1753, (1994).
- 4- ZAHWI, S.Z., MOUSSA, A.M., and MEKAWI, A.M., "On the Roughness Measurement of Ground Surfaces Using Computerized Systems", *Accepted for Publication in the Proceedings of 7th International Metrology Congress " Metrologie , France, ( October 1995 )*
- 5- CHETWYND, D.G., " The Digitization of Surface Profiles", *Wear*, (57),137-145,(1979).
- 6- BENDAT, J.S., and PIERSON, A.G., " *Random Data Analysis and Measurement Procedures*" , John Wiley and Sons, 2nd Edition (1986).
- 7- KING, T.G., "RMS Skew and Kurtosis of Surface Profile Height Distributions: Some Aspects of Sample Variation", *Precision Engineering*, 207 - 215, (1980 )
- 8- ZAHWI, S.Z., *NISURF Measuring Facility , NIS Internal Report*, (1991)
- 9- INTERNATIONAL STANDARD ISO 4278/1 , " *Surface Roughness- Terminology Part 1: Surface and its Parameters*", International Organization for Standardization, (1984).

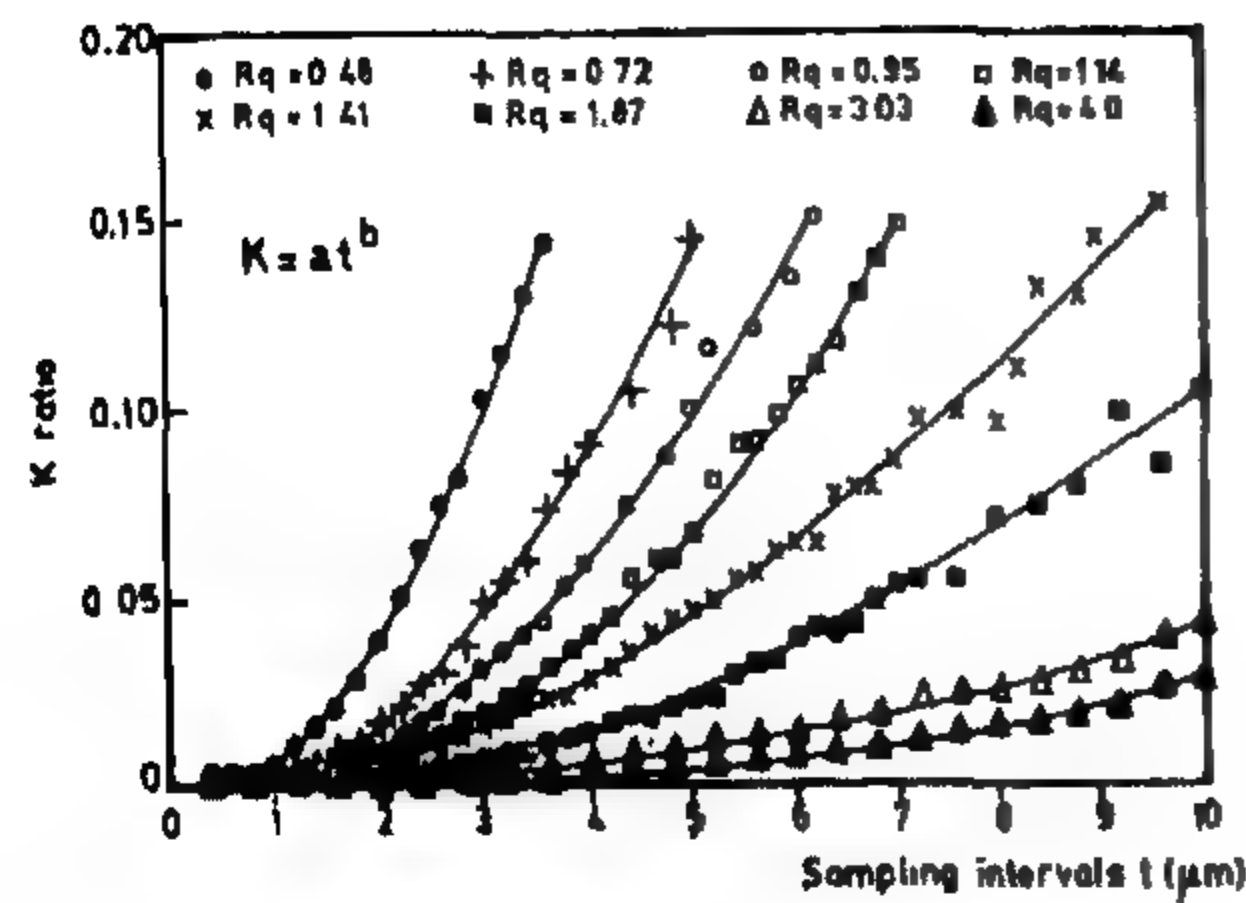
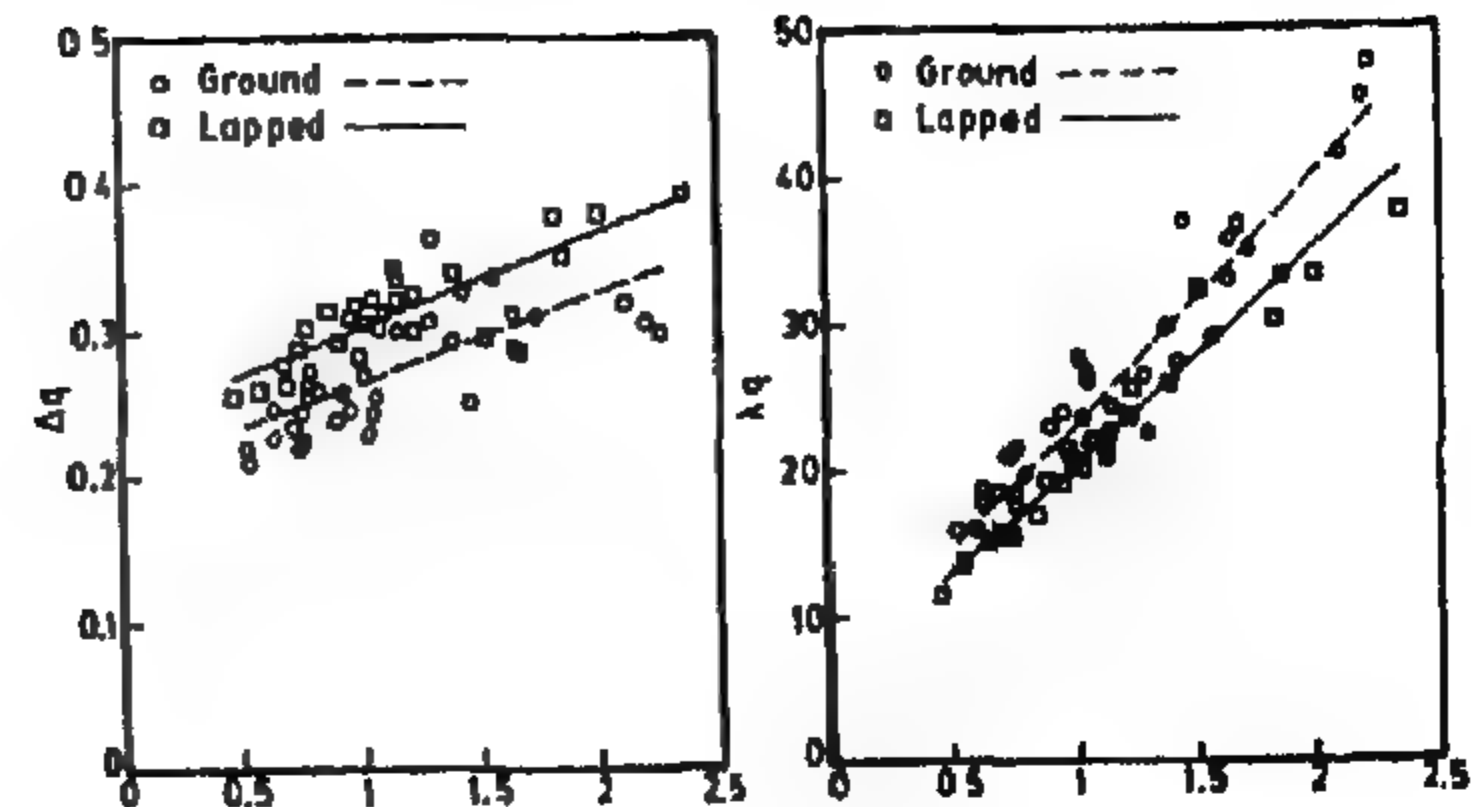
Fig. 2- Examples of the relations between  $t$  &  $k$  for lapped surfaces.(a)  $Rq$  ( $\mu m$ )(b)  $Rq$  ( $\mu m$ )

Fig. 5 Comparison between ground and lapped surfaces

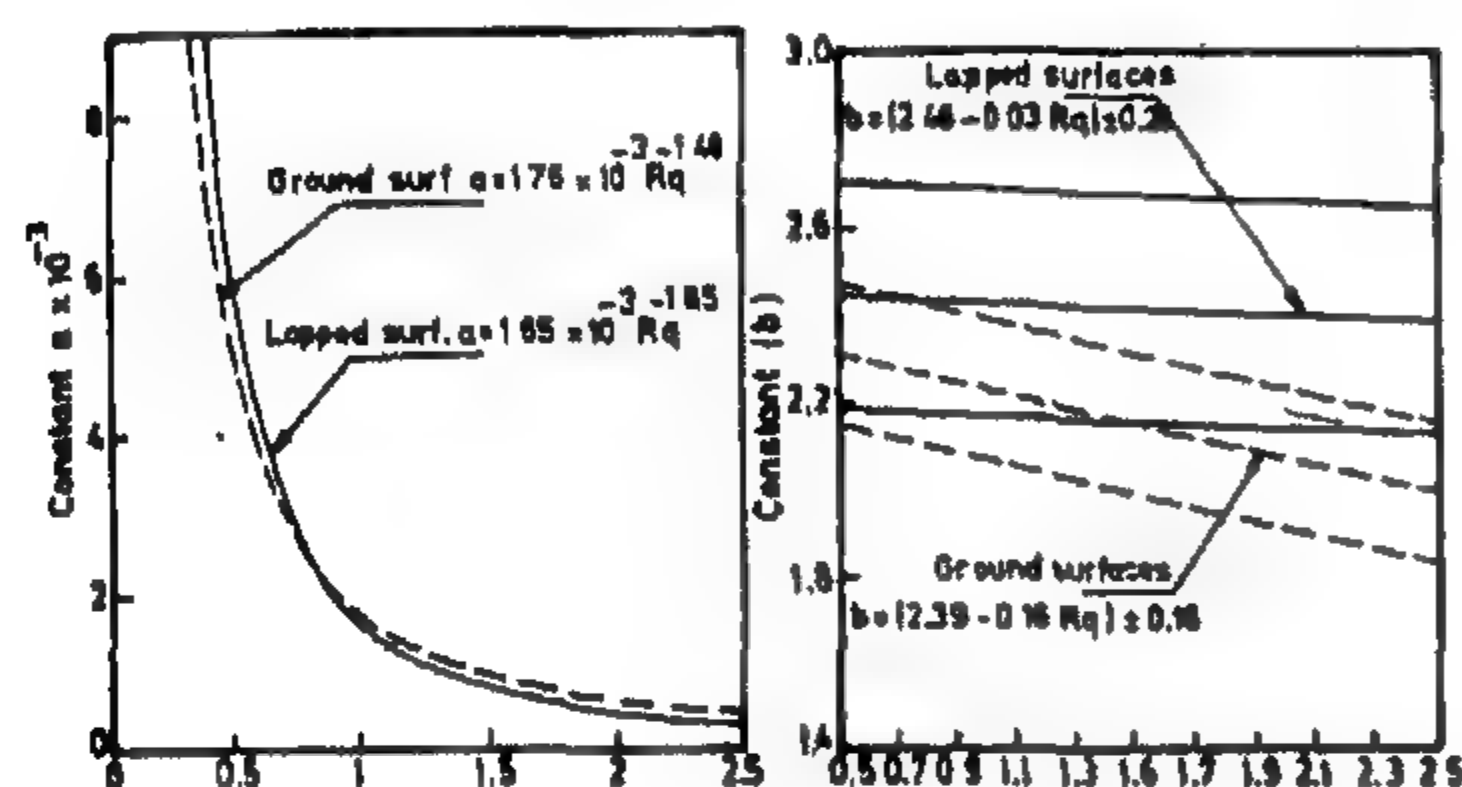
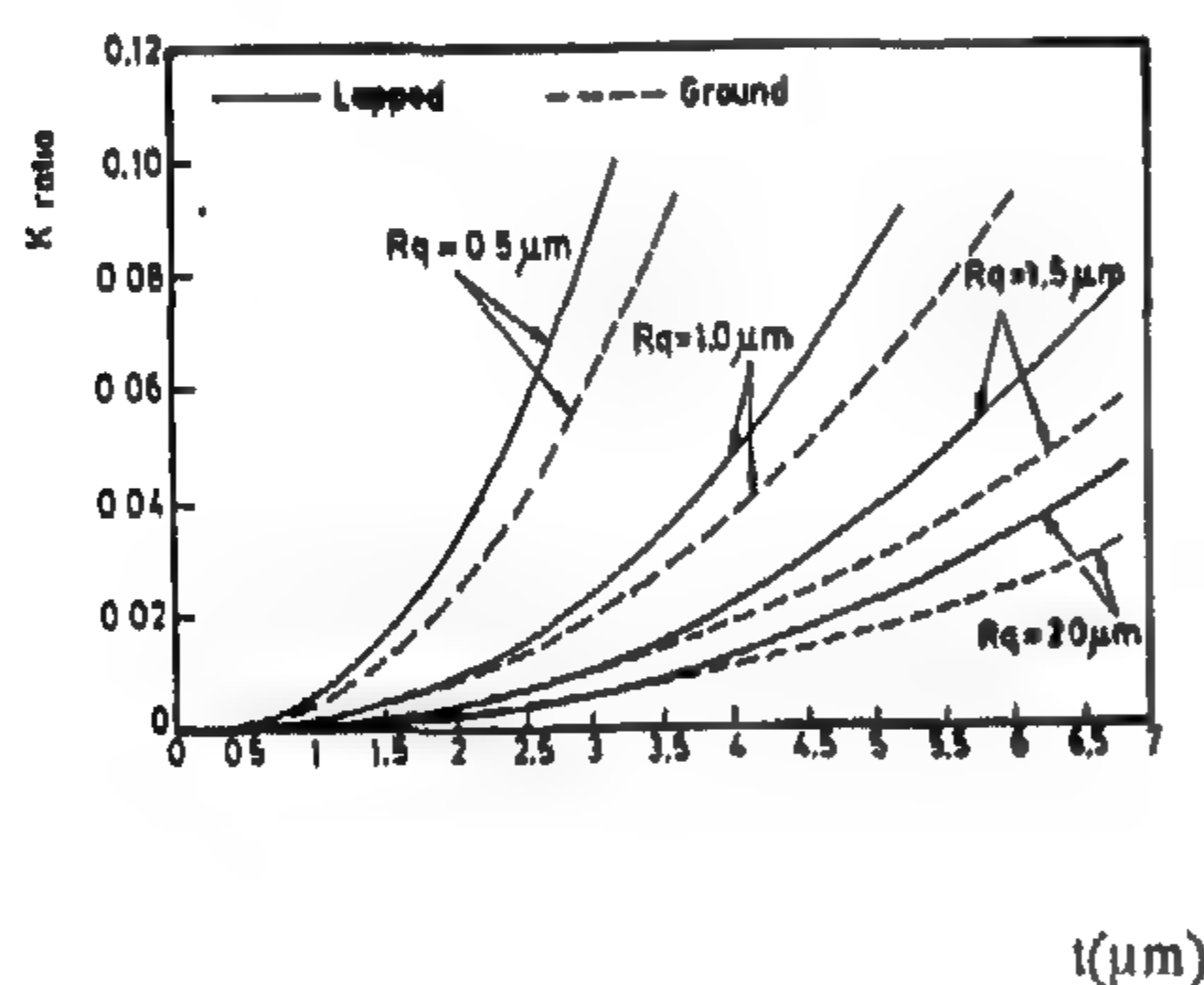
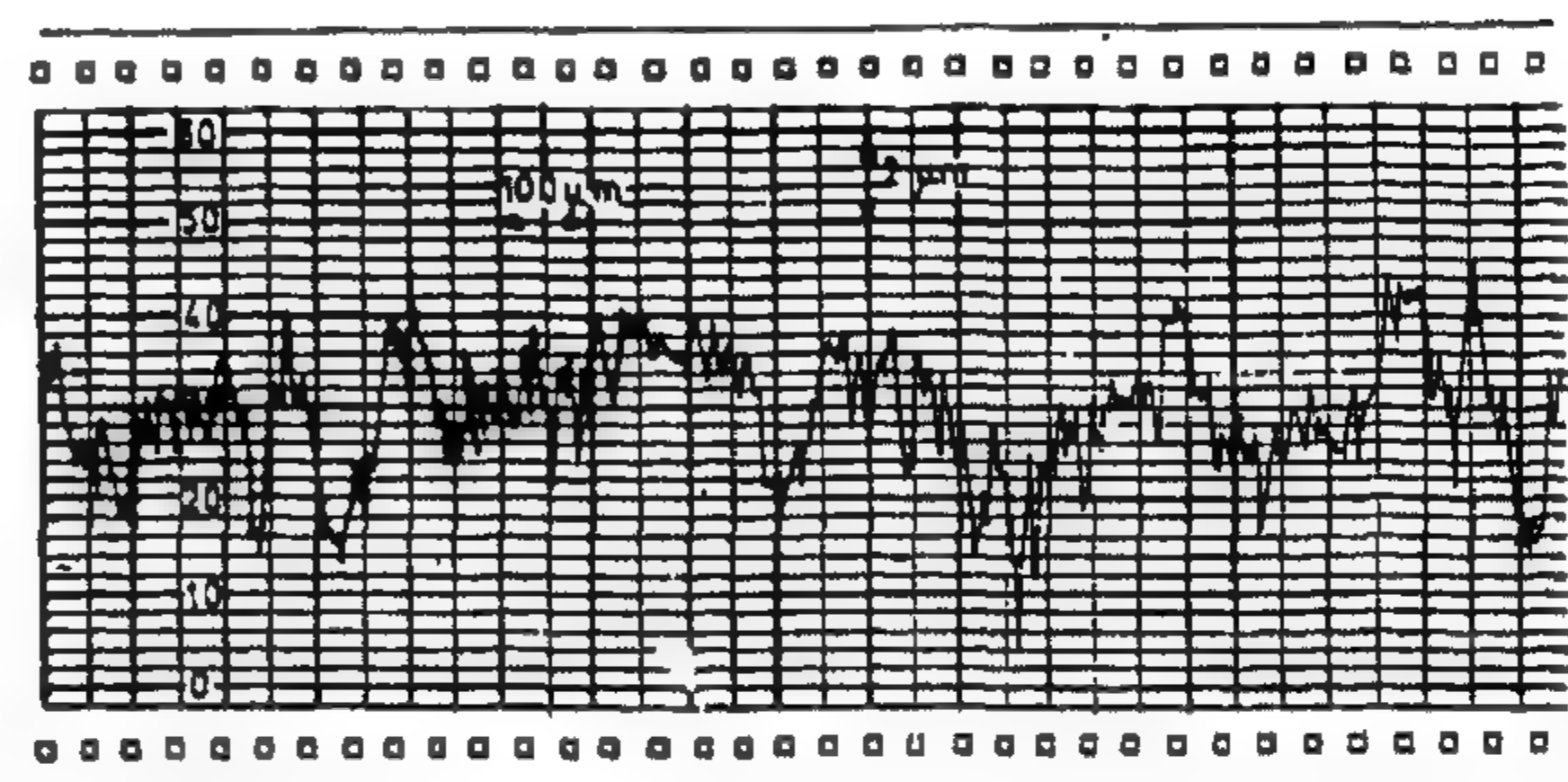
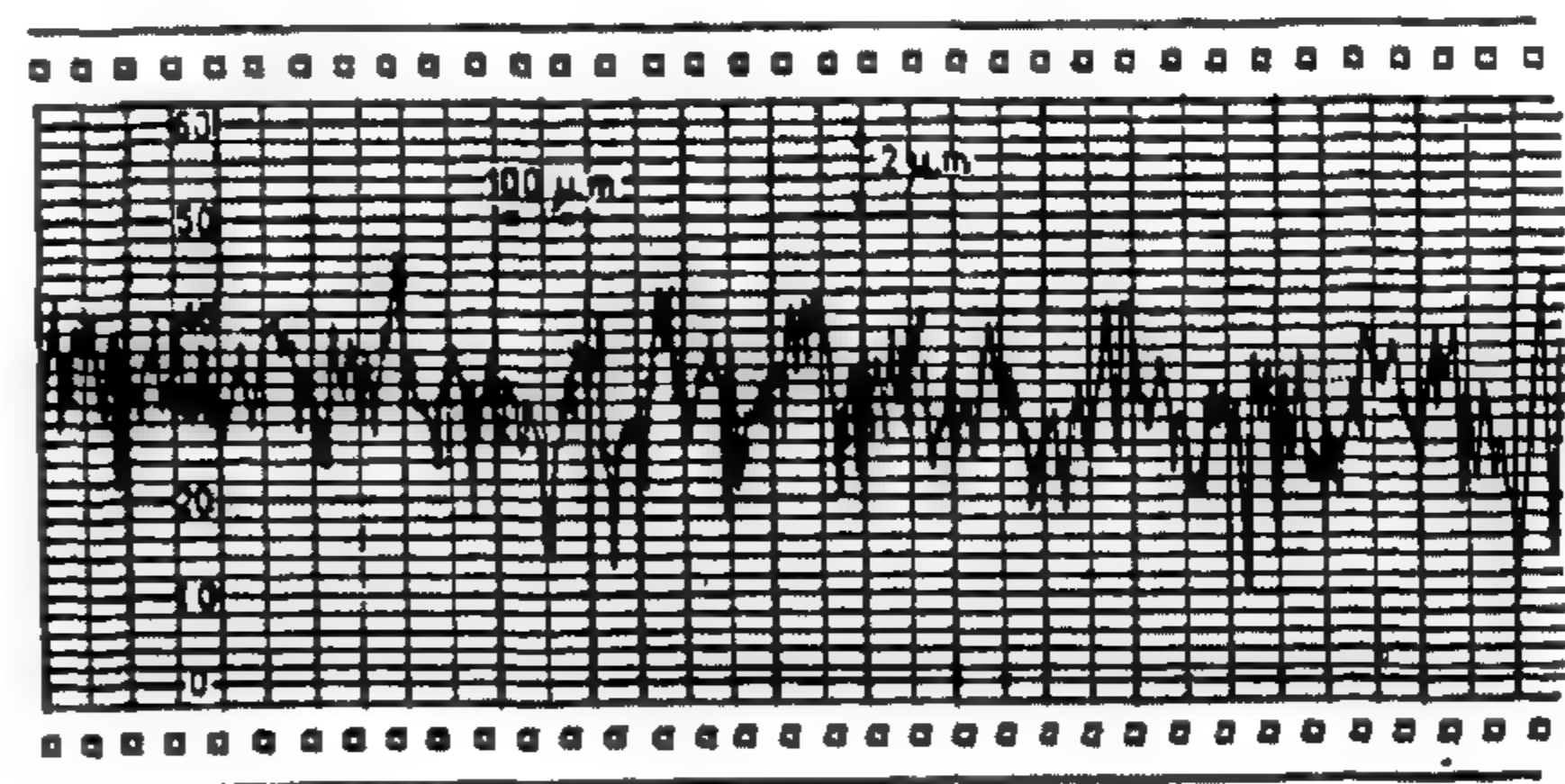
(a)  $\Delta Aq$ , (b)  $\lambda q$ .(a)  $Rq$  ( $\mu m$ )(b)  $Rq$  ( $\mu m$ )Fig. 3- Constants  $a$  or  $b$  as function of  $Rq$  for lapped surfaces as compared with ground surfaces.Fig. 4- Relation between  $k$  and  $t$  ( $\mu m$ ) for lapped and ground surfaces.(a) Ground Surface; :  $Rq = 1.2 \mu m$ .(b) Lapped Surface, " $Rq = 1.2 \mu m$ "

Fig. 6- Analogue profiles of (a) ground surface; and (b) Lapped surface

## NOMENCLATURE

$a, b$  Constants of the empirical formula relating  $k$  &  $t$  for different lapped surfaces

$k$  The amount of loss in the details of the asperities measured (as a ratio of  $Rq$  value)

$Rq$  The root mean square (r.m.s.) value of the originally obtained profile,  $\mu m$ .

$t$  The sampling interval used in measuring the profile digitally,  $\mu m$

$\Delta q$  The root mean, square (r.m.s) slope of the profile  $\mu m / \mu m$ .

$\lambda q$  The root mean square wavelength of the asperities spacing of the roughness profile.



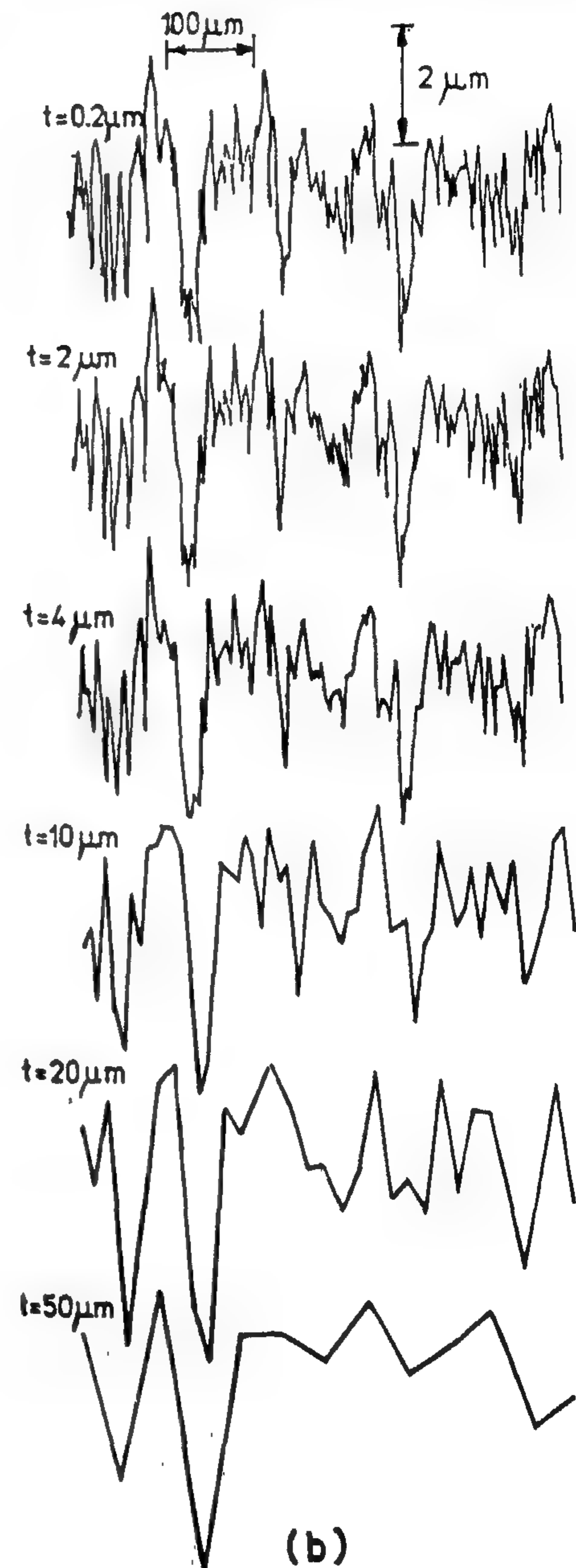
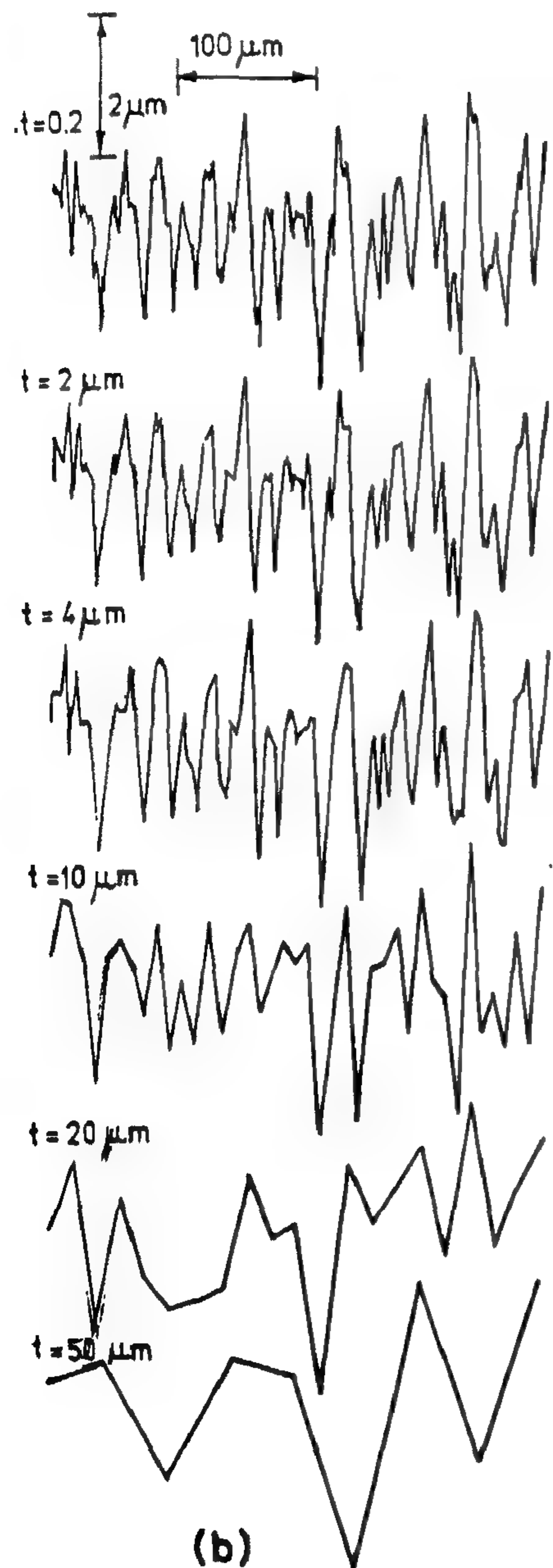
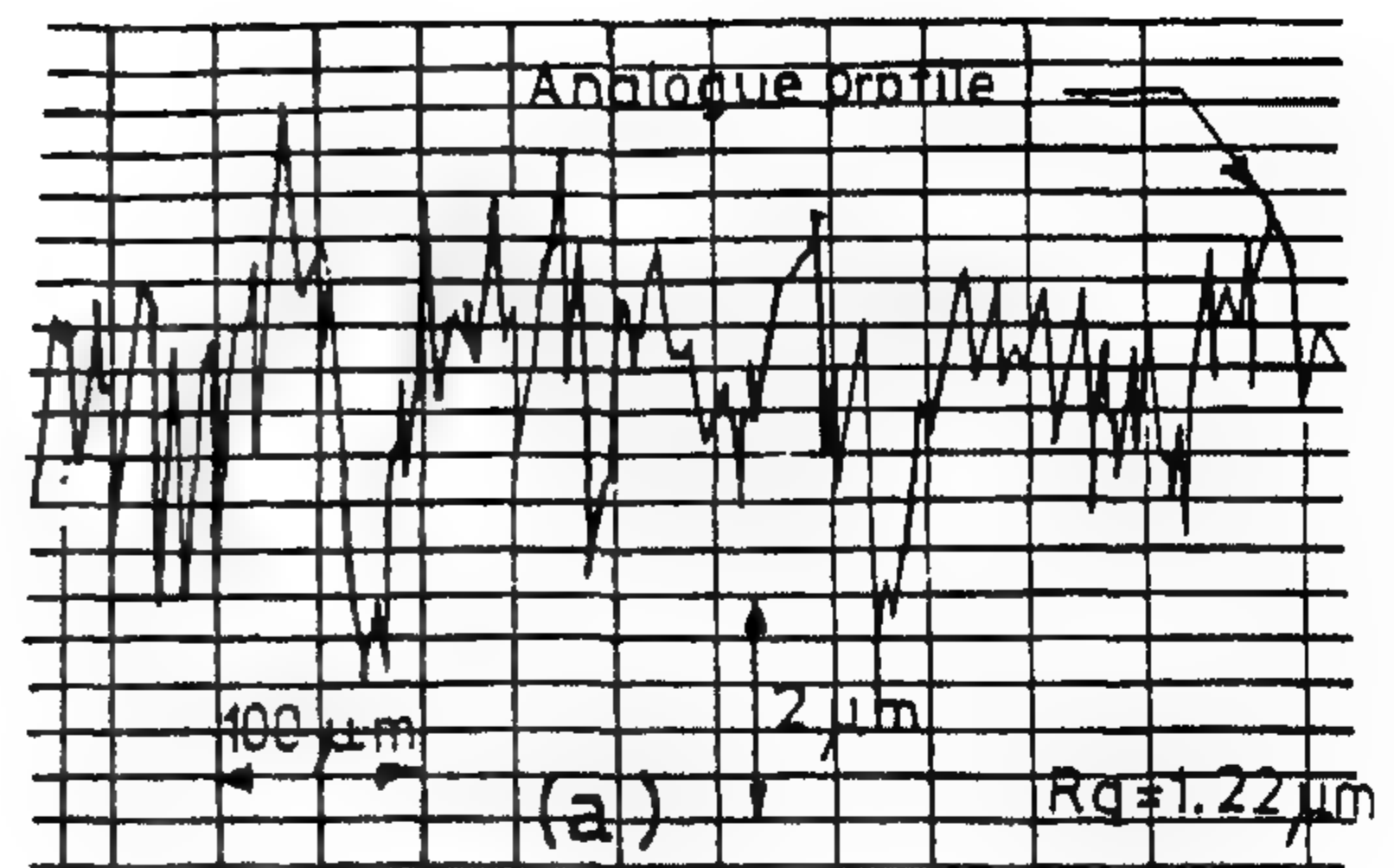
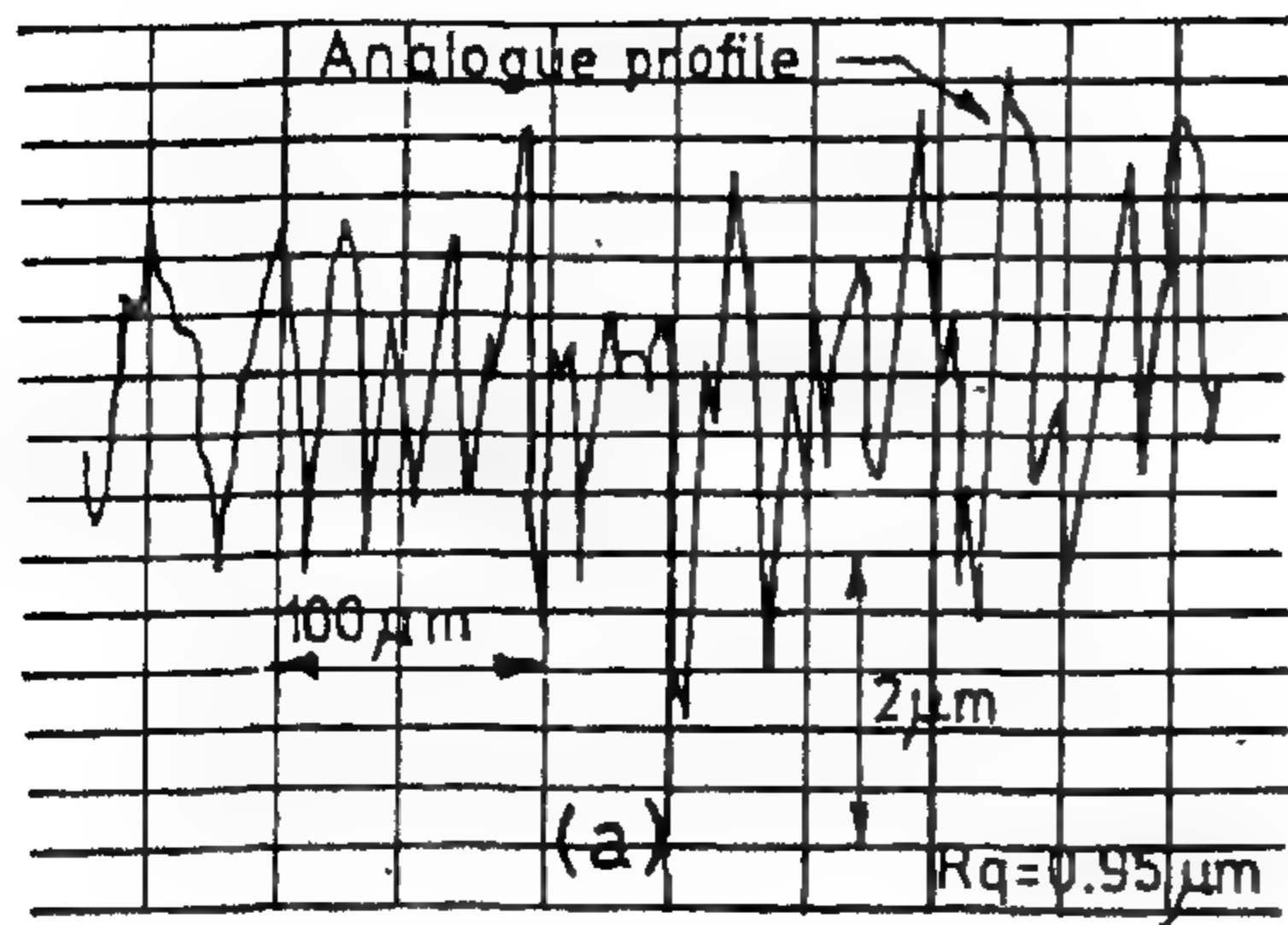


Fig 1. Profiles as obtained by (a) analogue method  
(b) digitally at different sampling intervals.

is lost due to increasing the sampling interval used in digital measurements.

## RESULTS

Examples of profile obtained by digital methods at different sampling intervals as compared with the analogue profile are given in Fig. 1. The effect of increasing  $t$  on  $k$  for profiles of surfaces of nonperiodic nature is shown in Fig 2. Only 8 profiles are shown, for clarity, in this figure as examples and for all 35 profile similar relations were drawn (not indicated in the figure). The approximate mathematical relations representing those curves were approximated to

$$K = at^b \quad (1)$$

where  $a$  and  $b$  are constants depending on  $R_q$  Fig.3 and:

$$a = (1.65 \times 10^{-3}) \times R_q^{(-1.85)} \pm (0.38 \times 10^{-3}) \quad (2)$$

$$b = (2.46 - 0.03R_q) \pm (0.26) \quad (3)$$

## DISCUSSION

Comparison between the results of lapped and ground surfaces, **Zahwi, Moussa, and Mekawi [4]** shows similar trends, Fig. 4, However the rate of loss of asperities details'  $k$  is more rapid with lapped surfaces than with ground surfaces, which could be explained to be due to:

(a) The asperities produced by lapping are sharper and more closely distributed together than with ground surfaces, Fig. 5, where it can be seen that  $\Delta q$ , ISO 4287/1[9] the root mean slope of the profile, is higher for lapped surfaces, and  $\lambda q$ , ISO 4287/1 [9] the root mean square wavelength, for lapped surfaces is shorter than those for ground surfaces and

(b) The distribution of the heights of the asperities of lapped surfaces are more randomly distributed with very little periodic component in its profile, while those of ground surfaces showed some waviness in its texture, Fig. 6. The exponential relations indicate that the rate of increase in  $k$  is low at small sampling intervals, while this rate increases rapidly when using longer intervals. For example increasing  $t$  from  $0.2 \mu m$  to  $2 \mu m$ ; i.e. factor of 10 times have little effect on the shape of asperities portrayed, and by increasing the sampling interval by 5 times ( $2 \mu m$  to  $10 \mu m$ ) resulted in the loss of most of the fine details of the asperities; a further increase by a factor of 5 times more ( $10 \mu m$  to  $50 \mu m$ ) leads to a completely different profile. This may be explained in view of the stylus size used ( $2.5 \mu m$ ), for the asperities, that are narrower than the stylus radius, were originally masked because the stylus is unable to penetrate into the fine details of the valleys of

these asperities. A sampling interval much less than the stylus size is expected not to reveal any details more than those detected, in the first place, by the stylus itself and an extensively smaller interval may include the signals due to noise and a misleading asperities profile could be obtained. On the other hand increasing the sampling interval by more than the stylus size will result in a rapid loss in the asperities details. The rate of increase in  $k$  is less noticeable when the surfaces measured are rougher, for in these cases the fine details of the asperities contribute very little to the roughness of the surface under test and hence their loss will affect the profile very little. Increasing the interval from  $0.2$  to  $2 \mu m$  will reduce the size of the memory needed for the computer used as well as the computational time considerably with a minor loss in the asperities details ( $< 5\%$  equations 1 to 3). Although this investigation concentrates on the amount of details lost, further studies are needed to account for the effect of increasing the sampling interval on the different parameters representing the surface such as  $R_a, R_t, \dots$ , etc., in relation with the computer computation time.

## CONCLUSION

1-According to the experimental results obtained within this research on surfaces having asperities of nonperiodic nature obtained by lapping in the range of  $0.5 \mu m$ ,  $< R_q < 4 \mu m$ ; the amount of loss in the details'  $k$ , as a ratio of  $R_q$ , and  $t$ , the sampling interval used in digitizing the signal could be approximated as follows:

$$k = at^b$$

where  $a$  and  $b$  are constants depending on  $R_q$  and;

$$a = (1.65 \times 10^{-3}) \times R_q^{(-1.85)} \pm (0.38 \times 10^{-3})$$

$$b = (2.46 - 0.03R_q) \pm (0.26)$$

2- Comparing the results as obtained on surfaces produced by grinding and by lapping showed that the rate of increase in the loss  $k$  with the increase of  $t$  is larger with lapped than with ground surfaces.

3- In digital techniques using a sampling interval that is much shorter than the stylus radius is expected not to reveal any details more than those detected by the stylus. On the other hand increasing the sampling interval, by more than the stylus, results in a repaid loss in the asperities details detected by the digital system.

4- Further investigations are needed to account for the effect of  $t$  on the values of parameters representing the roughness of the surface as well as the computer computation time.



## MEASUREMENTS OF ROUGHNESS PROFILES FOR SURFACES HAVING RANDOM HEIGHTS \* “ Comparison between Lapped and Ground Surfaces ”

By

S. Z. Zahwi <sup>1</sup>, A. M. Moussa <sup>2</sup>, and A. M. Mekawi <sup>1</sup>

### ABSTRACT

Profiles measured digitally using computerized systems of the stylus type instruments are affected by the sampling interval used in digitizing the profile. An experimental investigation has been carried out on this effect when measuring surfaces having profile heights of random and nonperiodic nature, as those produced by a lapping process. The empirical relations relating the amount of loss in the details of the asperities due to increasing the sampling interval were found. The results obtained on lapped surfaces were compared with those obtained on surfaces produced by grinding where the rates of loss in the details of asperities were found to be higher for lapped surfaces than for ground surfaces. It was also found that digitizing the profile using sampling intervals that were much less than the stylus radius did not reveal details more than those detected, in the first place, by the stylus itself.

### INTRODUCTION

In computerized roughness measuring systems the data representing the roughness profiles are digitized at different sampling intervals to obtain the ordinates of the digitally measured profile, Thomas and Walker [1], Rashed [2] & Chajda, Cellary and Wieczorowski [3]. The sampling intervals used, to convert analogue signal to digital data is very important due to :

- (1) The incorrect asperity shapes obtained when very long sampling intervals are used, Zahwi, Moussa, and Mekawi [4].
- (2) On the other hand, if the sampling interval is shortened excessively, incorrect asperity shape may be found because the differences between adjacent data are included within the range of noise of the signal Chetwynd [5].
- (3) The effect of very large number of data points on the overall computing cost.

The Nyquist frequency theorem, Bendat and Piersol [6] could be easily applied when the surfaces measured are of periodic pattern, however for surfaces of random patterns of profiles and nonperiodic asperities such as those obtained from grinding or lapping, King [7] the effect of sampling interval needs to be experimentally investigated.

### EXPERIMENTAL DETAILS

Surfaces having asperities heights of random and nonperiodic nature could be well represented by a lapping process using abrasive material of different grain sizes. Silicon oxide as an abrasive material with groups of different grain sizes was used to produce flat surfaces of different roughness values. The grain sizes were (# 90, #180, #302.5, #320) which ranged from fine to very coarse grain size to give a wide range of roughness values. The  $R_q$  values of the surfaces produced ranged from 0.5  $\mu\text{m}$  to 4.0  $\mu\text{m}$ . The motor speed of the lapping machine used was 1000 rpm. Twelve specimens of different materials ( steel, copper, aluminum ) were machined. Each specimen was measured using a computerized system, Zahwi [8] at three different positions distributed over its surface and the unfiltered analogue profiles were recorded on the analogue recorder of the measuring system. Simultaneously and at the same trace, the digital data representing the same profile was taken. The sampling interval used to obtain the original profile was 0.2  $\mu\text{m}$  over a traversing length of 1.92 mm (9600 data points per profile). The digitally obtained data points were stored on a disk for further analysis. The mathematical approach, method of treatment and computer program given by Zahwi, Moussa and Mekawi [4] were used to simulate the effect of increasing the sampling interval  $t$  on the amount lost  $k$  in the details of the profile of the asperities. The  $k$  value represents the ratio ( ratio to the  $R_q$  value of the original profile ) of the details that

\* Presented at the 6 th. Cairo University international conference on mechanical design and production " MDP6", Cairo, Jan. 2-4 1996.

1- National Institute for Standards (NIS), P.O.Box 136, Giza, Code 12211, Egypt.

2- Faculty of Engineering and Technology, Helwan University, Cairo, Egypt.

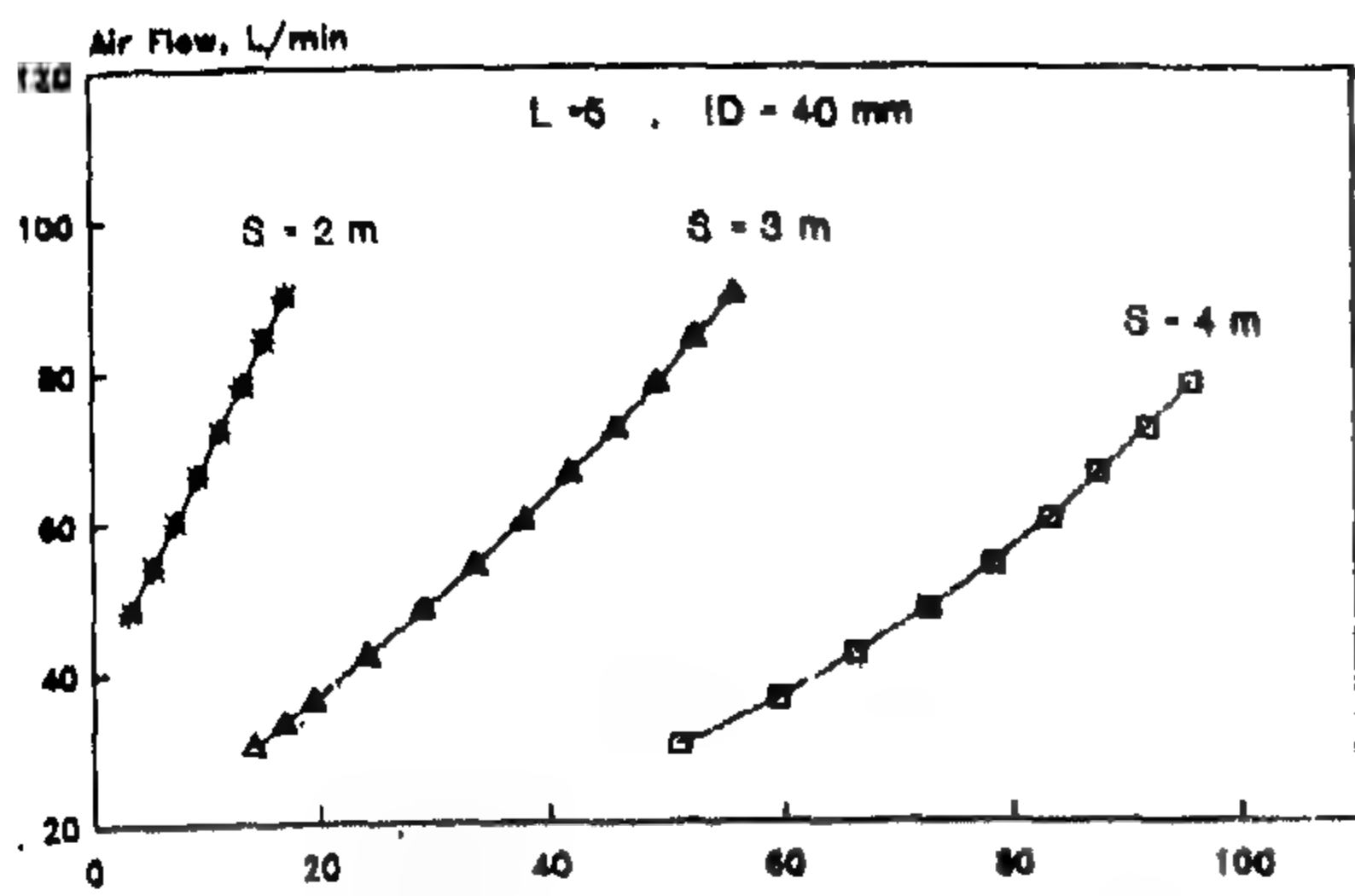


Fig. 5- Water flow versus air flow of inner diameter 40mm pump for different values of submergence (S)

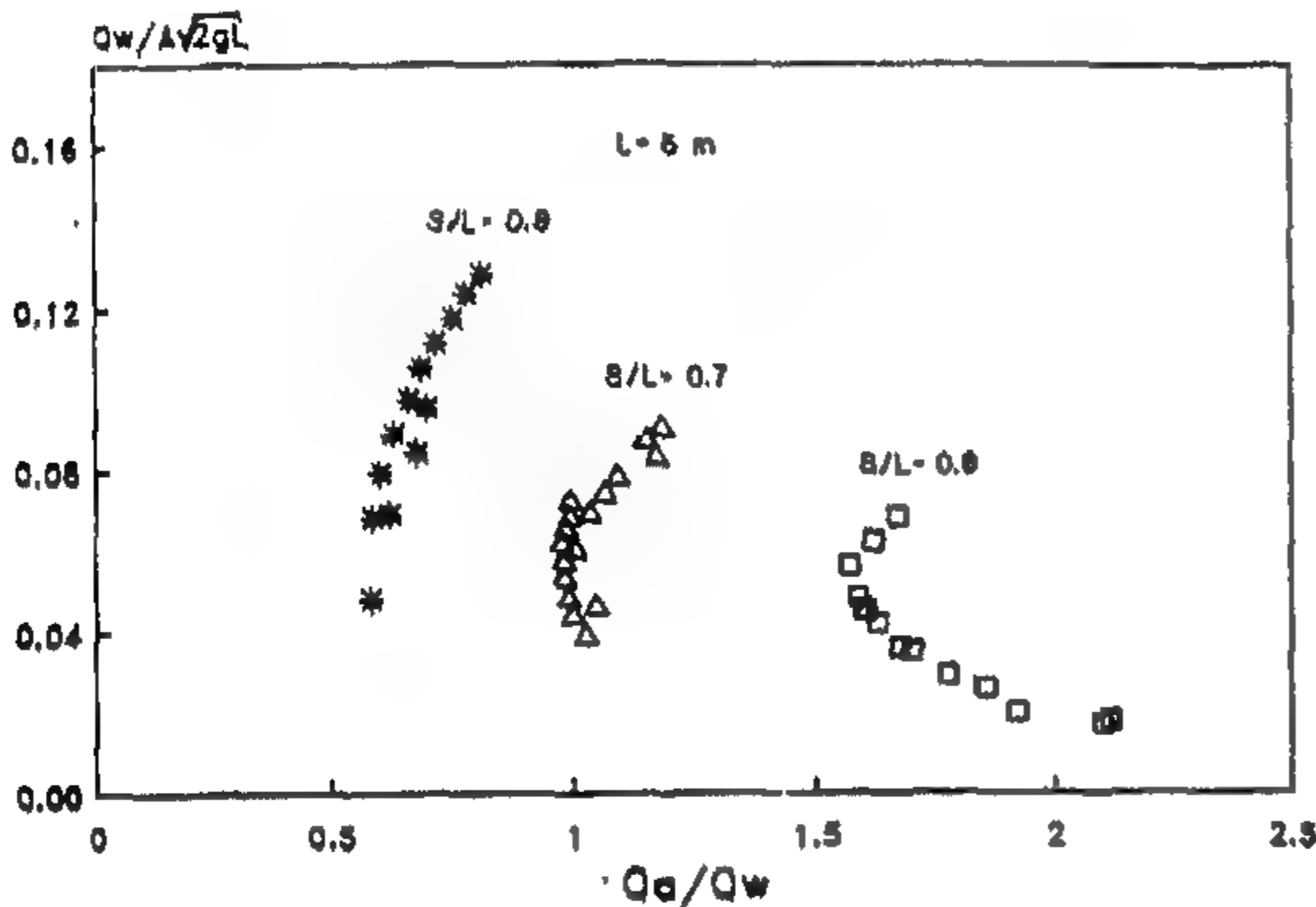


Fig. 6- Dimensionless plot of pump performance

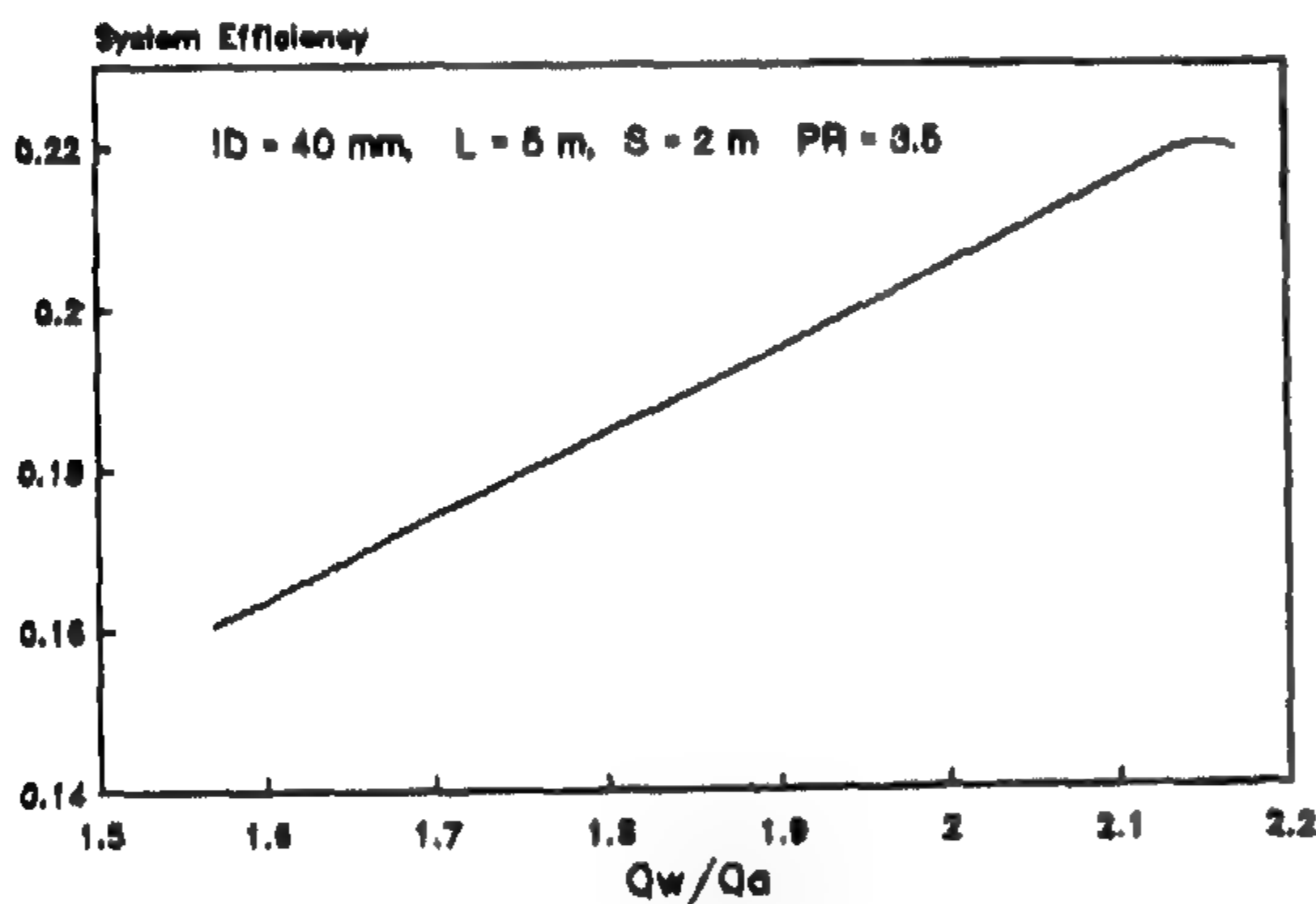


Fig. 7- Efficiency of the system versus  $Q_w / Q_a$

## CONCLUSION

From the above discussion , the following conclusions can be drawn :

- Wind energy can be transformed fundamentally to compressed air using turbine - compressor set.
- Wind turbines with compressed air energy storage systems with capacity factors greater than 15 percent are attractive and technically feasible with air - lift pumps.
- In air-lift pumps , increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate , up to the condition of maximum water flow .
- Efficiency of the system reaches 22% for a pump having 40 mm inner diameter and static head two meters and the pressure ratio of the compressor 3.5 .

## NOMENCLATURE

C	= Scale factor	m / s
ID	= Inner diameter of the riser	mm
k	= Shape factor	
L	= length of the riser	m
$P_{avg}$	= Average power output	watt
$P_{max}$	= maximum power output	watt
$P_{out}$	= Output power	watt
PR	= Pressure ratio of the compressor	
$Q_a$	= Air flow rate	l/min
$Q_w$	= Water flow rate	l/min
S	= Actual submergence depth	m
V	= Wind speed	m / s
$\bar{V}$	= Average wind speed	m / s
$V_r$	= Rated wind speed	m / s

## REFERENCES

- 1- Glendenning , I. , " Storing the Energy of Compressed Air" , CEGB Report : P / M / N 7 83 , ( 1975 ).
- 2- Daehee , L. , " Compressed Air Energy Storage" , Mechanical Engineering , PP 67 - 71 , (1991) .
- 3- Parker , G. J. , "The Effect of Footpiece Design on the Performance of a Small Air - lift Pump" , Int. . Journal Heat & Fluid Flow , Vol. . 2 , No . 4 , MEP Ltd. , (1980) .
- 4- Cavallo , A. " High Capacity Factor Wind Turbine - transmission Systems" , Sed - Vol. 15 , Wind Energy , PP. 87-94 ASME , (1994) .
- 5- Abed , A.A. , Badr , M.A. , and El - Mallah , A.A. , " Off Design Performance of Small Wind Turbine" , Journal of the Egyptian Society of Engineers , Vol. 34 , No. 1 , pp. . 31-34 , 1995).
- 6- El- Mallah , A.A. and abed , K.A. , " Optimum Selection of Wind Energy Pumping Systems" , Journal of the Egyptian Society of Engineers , Vol. . 33 , No. 4 , PP. 22-24 (1994) .
- 7- Clark , N .N. and Dabolt , R.J. , " A General Design Equation for Air-lift Pumps Operating in Slug Flow" , AIChEJ, 32 (1) , 56 , (1986) .
- 8- Neil Stone , J. , " A Program to Calculate Air - lift Pump Performance" , Microsoft for Engineers , Vol. . 3 , No . 3 , PP. 114 - 123 , Computational Mechanics Publications , (1987)
- 9- Stenning , A.H. and Martin C.B. , " An Analytical and Experimental Study of Air -lift Pump Performance" , Journal of Engineering for Power , Trans ASME , Series A, (1968) .



$$= \frac{Q_w \cdot P_w \cdot g \cdot (L - s)}{P_{out}} \quad (4)$$

where

$Q_w$  = Water flow rate  $m^3 / s$

$\rho_w$  = Water density  $Kg / m^3$

$g$  = Acceleration gravity  $m / s^2$

$L-S$  = Static head  $m$

### CALCULATION PROGRAM

To calculate the output power from wind turbine, mathematical model and computer program which simulate the operation of a small scale wind turbine were constructed by Abed and others, (5). The capacity factor was estimated taking into account site and machine characteristic using the method which was established by El-Mallah and Abed (6). The method described by Clark and Dabolt, (7) allows explicit calculation of the lift, given the air-lift geometry and fluid flow rates. The calculation program which is constructed by Neil Stone, (8) is modified to be suitable for the present analysis of the different proposed parameters. If the lift is given, and the liquid or air flow is to be determined, the solution is achieved by iteration calculation, as the flow cannot be expressed explicitly. The procedure used is to assume a liquid velocity, calculate the lift based on this assumption, and then correct the liquid velocity estimated according to whether the estimated lift is greater or smaller than the actual lift. Reasonably fast convergence is obtained in the program by initializing the liquid velocity to half the air velocity, and correcting the liquid velocity by the fourth power of the ratio of actual / calculated lift after each iteration. The iteration continues until two consecutive lift values agree to within a fraction equals 0.001. The calculation method is applicable to any two fluids in which the gas density is negligible in comparison to the liquid density. This method takes no account of increase in air volume resulting from evaporation when pumping hot fluid. The pump operates in slug flow and below the maximum on the air / liquid flow curve; it means that the calculation will be stopped when increasing air flow is not accompanied by corresponding increase in water flow, which agrees with assumptions mentioned by Stenning and others, (9).

### RESULTS AND DISCUSSION

The output power from wind turbine was plotted against air flow rate of the compressor, assuming the overall efficiency of the compressor is 65% as shown in

Fig.3. From this figure it is clear that the air flow rate increases when the output power increases and the pressure ratio of the compressor decreases. Two air - lift pumps each one has five meters riser length were analyzed. Figure 4 shows water flow versus air flow of inner diameter 30 mm pump and submergences were 2,3, and 4 meters. Figure 5 shows water flow versus air flow of inner diameter 40 mm. From these figures, it is clear that the increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum water flow. Also, at smaller values of submergence (S) there was substantial reduction in the water flow rate. The obtained results can be represented by using the dimensionless parameters  $Q_a/Q_w$  as a horizontal axis and  $Q_w/A\sqrt{2gL}$  as a vertical axis as shown in Fig. 6. This dimensionless plot leads to the conclusion that air flow rate increases when submergence ratio (S/L) decreases. Fig. 7 shows efficiency of the system versus  $Q_w/Q_a$  when inner diameter of the pump equals 40 mm and static head equals 2 meters and the pressure ratio of the compressor equals 3.5. From this figure it is clear that, system efficiency increases when water flow increases till no change in water flow exists when air flow increases.

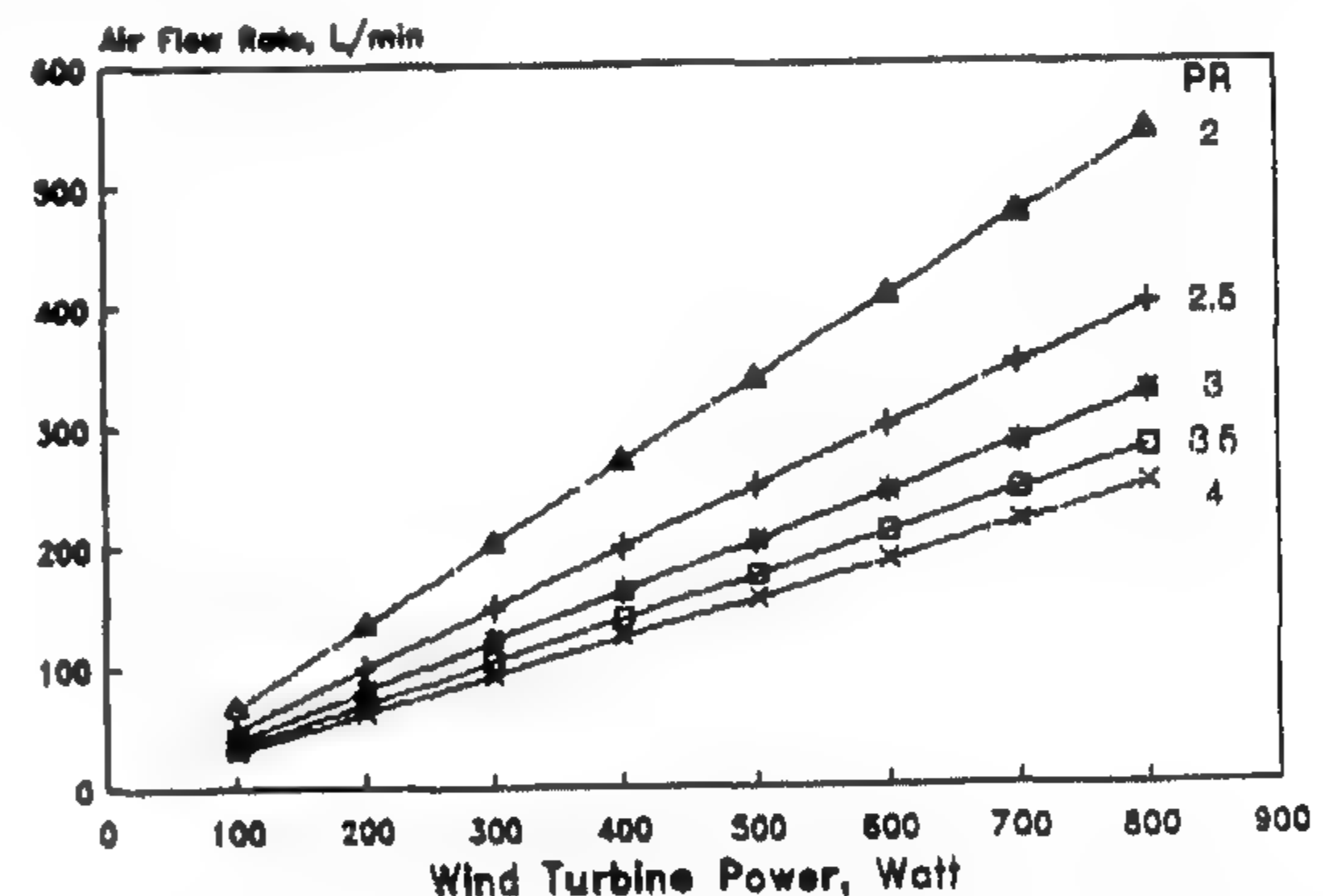


Fig.3- Wind turbine power versus compressor air flow rate, assuming overall efficiency of the compressor = 65 %

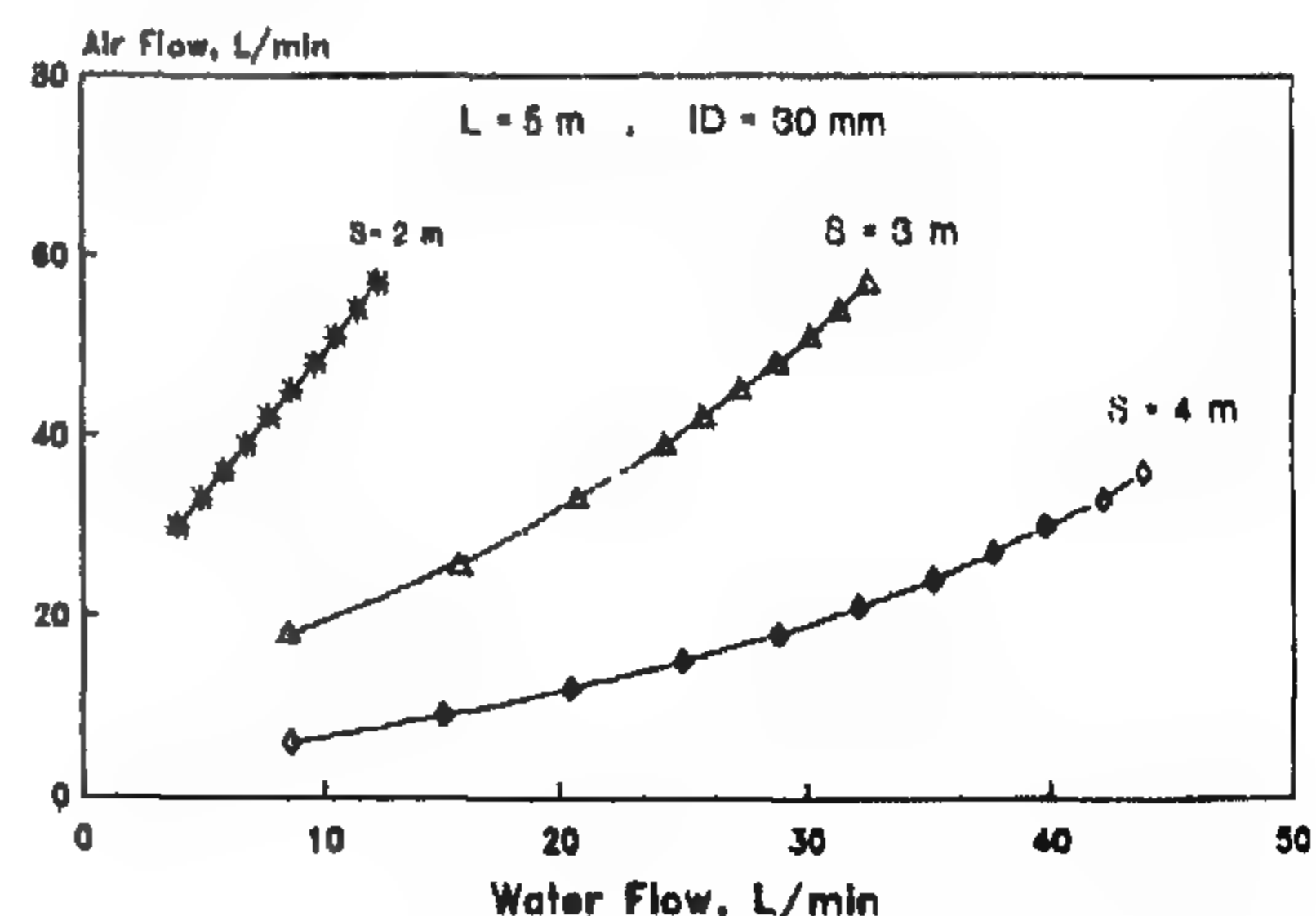


Fig. 4- Water flow versus air flow of inner diameter 30mm pump for different values of submergence (S)

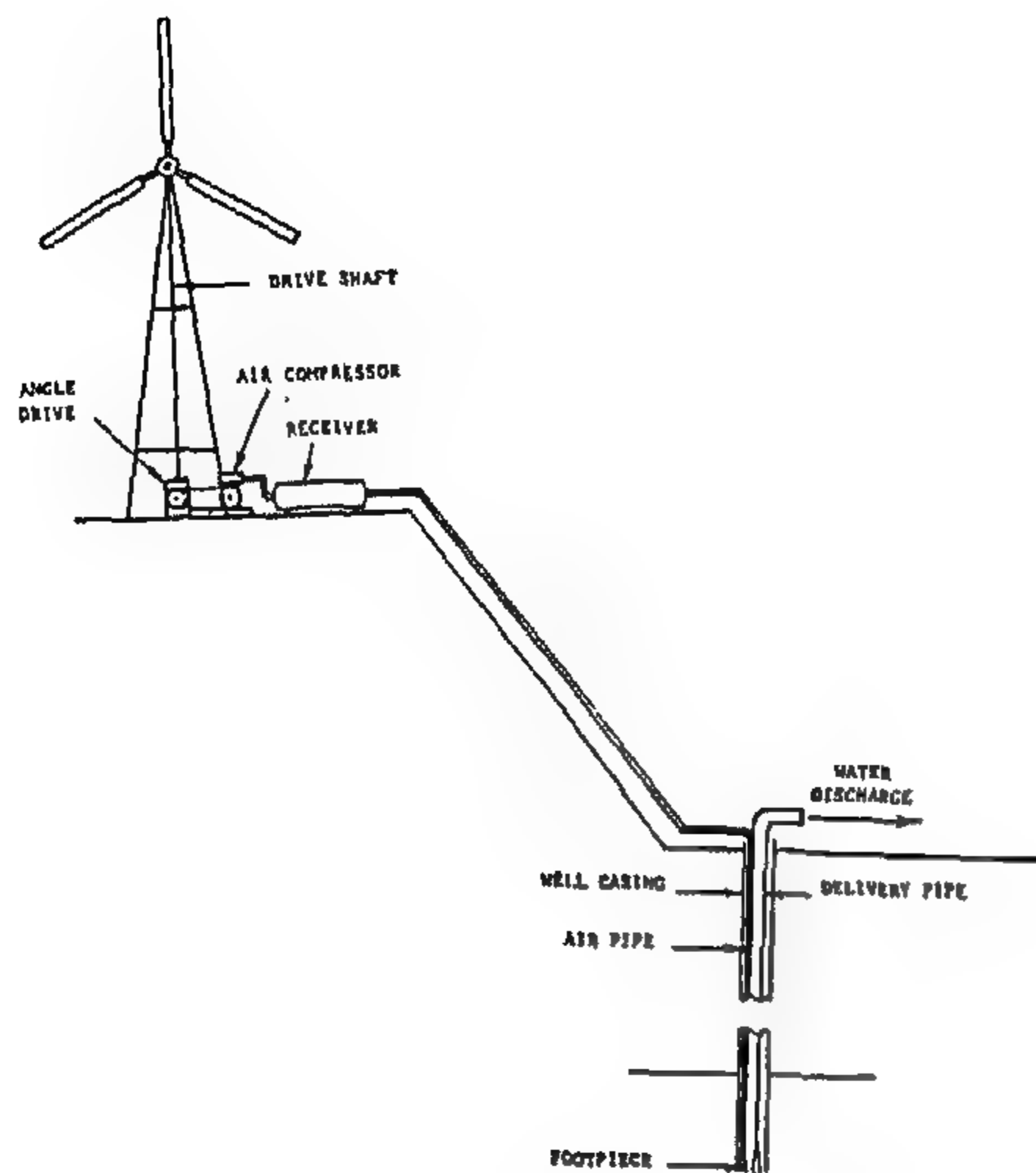


Fig. 1- Layout of the air-lift pumping system

submerged parts of simple design, can be made of plastic materials and without relative motion between its components.

In the early years of this century, air-lift pumps were widely used for pumping water from artesian wells and from mine shafts, and for pumping in oil wells. Nowadays, air-lift pumps are used mainly for specialized tasks such as aerating water, preventing icing on some high latitude, and as sea-bed "vacuum cleaners" in under water exploration as indicated by Parker, (3).

The air-lift pump can be used with the combination of wind turbine - compressor where the wind turbine can be placed at a windy site independent of the site chosen of the well. As an advantage, this system is used to store energy in compressed air for pumping water when the demand is high and/ or the wind is low.

### WIND CHARACTERISTICS

The amount of power generated by a wind turbine is a result of both the design characteristics of the turbine and the properties of the wind resource (the wind speed probability density as a function of wind velocity:  $f(V)$ ). It has been found that the wind frequency can be best described by a Weibull probability distribution  $f(V)$  can be written as mentioned by Cavallo (4):

$$f(V) = \frac{k}{C} \left( \frac{V}{C} \right)^{k-1} \exp - \left( \frac{V}{C} \right)^k \quad (1)$$

Here  $C$  and  $k$  are the scale and shape factors, respectively. The parameter  $C$  has dimensions of velocity and its maximum value reaches 1.1 times the

average velocity, while  $k$  largely determines the shape of  $f(V)$ . A  $k$  value close to 1 indicates a highly variable wind regime, while a  $k$  greater than 3 indicates more regular, steadier winds. Since detailed information on the wind speed frequency is often lacking, a  $k$  factor of 2 is often assumed in evaluating a wind resource, which may lead to a significant underestimate of the wind resource.

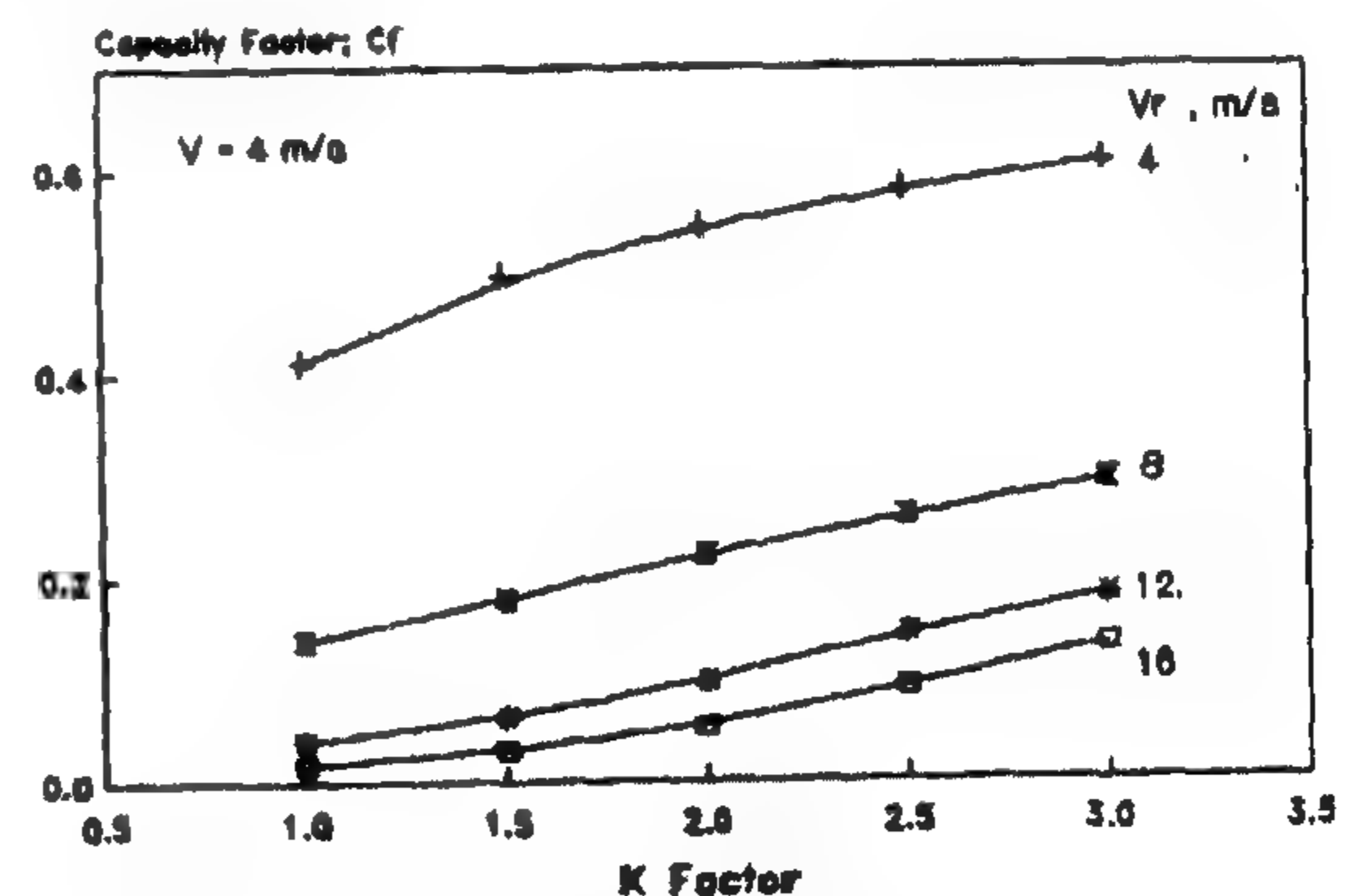
The power output ( $P_{out}$ ) of a wind turbine as a function of wind velocity,  $F(V)$  is written as:

$$P_{out} = P_{max} F(v) \quad (2)$$

The average power output ( $P_{avg}$ ) of a wind turbine can be written as:

$$P_{avg} = P_{max} \int f(V) \cdot F(V) \cdot dV \quad (3)$$

This is just the power output of the wind turbine at a given velocity time the frequency at which that velocity occurs, summed over all possible velocities. The quantity inside the integral in equation 3 is the ratio of the average turbine output to the maximum turbine output and is defined as the capacity factor of wind turbine. In Fig. 2, the capacity factor of a wind turbine is plotted as a function of  $k$  for rated speeds 4, 8, 12, 18, m/s and average speed 4 m/s. If  $k$  is equal to 3, the capacity factor is about 9 percent greater than at the usually assumed value of  $k = 2$ , implying a correspondingly larger output per machine, and lower costs per unit of output. So, accurate estimation of the capacity factor is very important.

Fig. 2- Wind turbine capacity factor versus Weibull  $k$  parameter

The proposed system consists of small scale wind turbine compressor, storage tank, and air-lift pump. The overall efficiency of the compressor is considered 65%. Efficiency of the system ( $\eta_{sys}$ ) can be written as:

$$\eta_{sys} = \frac{\text{Hydraulic power}}{\text{wind turbine output power}}$$



## ENERGY STORAGE IN COMPRESSED AIR

By  
Kamal Ahmed Abed\*

### ABSTRACT

Storage of energy in some form or other became increasingly important to the renewable energy systems when the available energy exceeded the level of the minimum demand. As the potential capacity of pumped water storage is limited by the size of water tanks, hence other methods have to be employed. Compressed air energy storage plants are attractive alternatives to the water storage option, and can save utilities and their customers, money due to their load - levelling, dynamic and strategic benefits.

Storing the energy in compressed air is a suitable method, especially with wind energy systems. The combination of wind turbine - compressor can be placed at a windy site, e.g. on a hilltop independent of the site chosen of the energy demand. The compressed air could be stored in underground reservoirs or vessels, releasing it later to the combustor of gas turbine generating plant or to the riser of air - lift pumps.

This paper will be directed to study a system consisting of wind turbine compressor, storage tank, and air - lift pump. The output power from wind turbine and the capacity factor were accurately estimated. Characteristics of the air - lift pump are investigated using mathematical model and computer program. The obtained results are analyzed to obtain the best configuration of the pump. It is found that wind turbines with compressed air energy storage systems with capacity factors greater than 15 percent are attractive and technically feasible with air - lift pumps. Also, in air-lift pumps, increase of air flow rates was accompanied by corresponding increase in water flow rate, up to the condition of maximum output. Efficiency of the system reaches 22% when the pump has 40 mm diameter and the static head equals two meters and the pressure ratio of the compressor equals 3.5

**KEYWORDS :** Energy storage - Wind turbines - Air - lift pumps .

### INTRODUCTION

Storing energy in compressed air became increasingly important to the renewable energy systems, especially wind turbines. The combination of wind turbine - compressor can be placed at a windy site, e.g. on a hilltop independent of the site chosen of the energy demand. Glendenning, (1) and Dahee Lee (2) have noted that, the compressed air could be stored in underground reservoirs or vessels, releasing it later to the combustor of gas turbine generating plant or any other use such as air - lift pumps. There are two wind powered pumping systems; rotary positive displacement pump and air-lift pump. The reciprocating pump type is beset by nearly unsurmountable problems. An air-lift system could be assembled from components readily available. The following is a list of favorable characteristics of compressed air and air - lift pumping systems:

- Air-lift pumps are inherently simple particularly with regard to what must be installed in the well

itself: casing, column pipe, air delivery tube, and foot-piece. Rotating shaft, bearings, turbine pump and supporting structures are not required - no moving mechanical parts are in the well.

- location of the wind power unit is not critical. Compressed air can be conveyed by pipe to considerable distances without serious pressure losses as shown in Fig. 1.
- Power from two or more units can be readily coupled for applications requiring increased power levels.
- In some locations, underground formations exist, in which compressed air can be economically stored.

Air-lift pump consists of a vertical riser tube partially immersed in the fluid to be pumped and into which air is injected at the base to produce an upward flow. The air-fluid mixture rises to the surface because it is lighter than the surrounding water in the well. All

\* Researcher, Mechanical Engineering Department National Research center, Dokki, Cairo, Egypt.

## REFERENCES

1. El- Nimr, A., " Seepage from Parallel Trapezoidal Channels ", *J. Engrg. Mech. Div., Proc. Asce*, Aug., 1963.
2. Hammad , H.Y., " Seepage Losses from Irrigation Canals " , *J. Engrg. Mech. Div., Proc. Asce* , April , 1959
3. Hammad ,H.Y., " Seepage Losses from Parallel Canal Systems " , *J. Engrg. Mech., Proc. Asce*, Aug. 1960
4. Harr, M . " Groundwater and Seepage " , Mcgraw - Hill, New York, 1962
5. Hathoot , H.M., Al-Amoud, A.I. and Mohammed, F.S., " Dynamic Analysis of Flow in a Wide Rectangular Channel Subject of Seepage Losses, " *Alexandria Engrg. J* 34(3),1993
6. Hathoot H.M., Al-Amoud, A I. , and Mohammed , F.S ., " Evaluation of the Length of a Wide Channel Subject to Seepage and Evaporation Losses", *Canadian J. of Civ. , Engrg.*, 19(3),1992
7. Hathoot, H.M., " Evaluation of Longitudinal Seepage from Trapezoidal Channels , " *J. of Engrg . and Applied Sc ., Pergamon Js.* 3(1),1986.
8. Hathoot , H,M., "Experimental Evaluation of Seepage from an Array of Triangular Channels," *ICID Bul.*, 36(2),1987
9. Hathoot, H.M., " Seepage from, Parallel Open Channels " , *Bul. Faculty of Engrg. , Alexandria Univ., Alexandria, Egypt*, XVI (1977).
10. Hathoot, H.M " Total Losses from Trapezoidal Open Channels " *ICID Bul.* 33(2) 1984.
11. Hathoot , H.M " Total Losses from, Triangular Channels " *Alexandria Engrg. J* , 28 (4), 1989
12. Hathoot, H.M , Mohammed, F.S ,Al-Amoud, A.I. and Abo -Ghobar, H.M., "Water Surface Profiles in Wide Channels Subject to Seepage Losses " , *Alexandria Engrg. J.*,30(1) , 1991
13. Kochina, P. " Theory of the Motion of Groundwater " , *Princeton Univ. Press, Princeton, NJ* 1962.
14. Schropp , M. and Fontijn , H.L., " Flow Profiles for Steady Spatially Varied Flow- an Explorative Analysis". *J. Hydraulic Res.*, 27(1), 1989.
15. Subramanya , K. Madhav. , M.R. , and Mishra, G.C, " Studies on Seepage from Canals with Partial Lining " , *J.Hydr. Div. Proc. ASCE*, 99 (HY 12 ) , 1973.



unlined channel length,  $L_u$ , is estimated according to Hathoot [7]. As shown in Fig. 8 bottom lining is more efficient than side lining for practical  $b/y_0$  values. For the case of side lining relative channel length increases on increasing  $z$ , but the contrary is right for bottom lined channels.

For channels with the sides lines for  $b/y_0 < 4.0$  the length ratio decreases as  $b/y_0$  increases then the length ratio increases for  $b/y_0 > 4.0$ . For bottom lined channels the length ratio continuously increases as  $b/y_0$  increases.

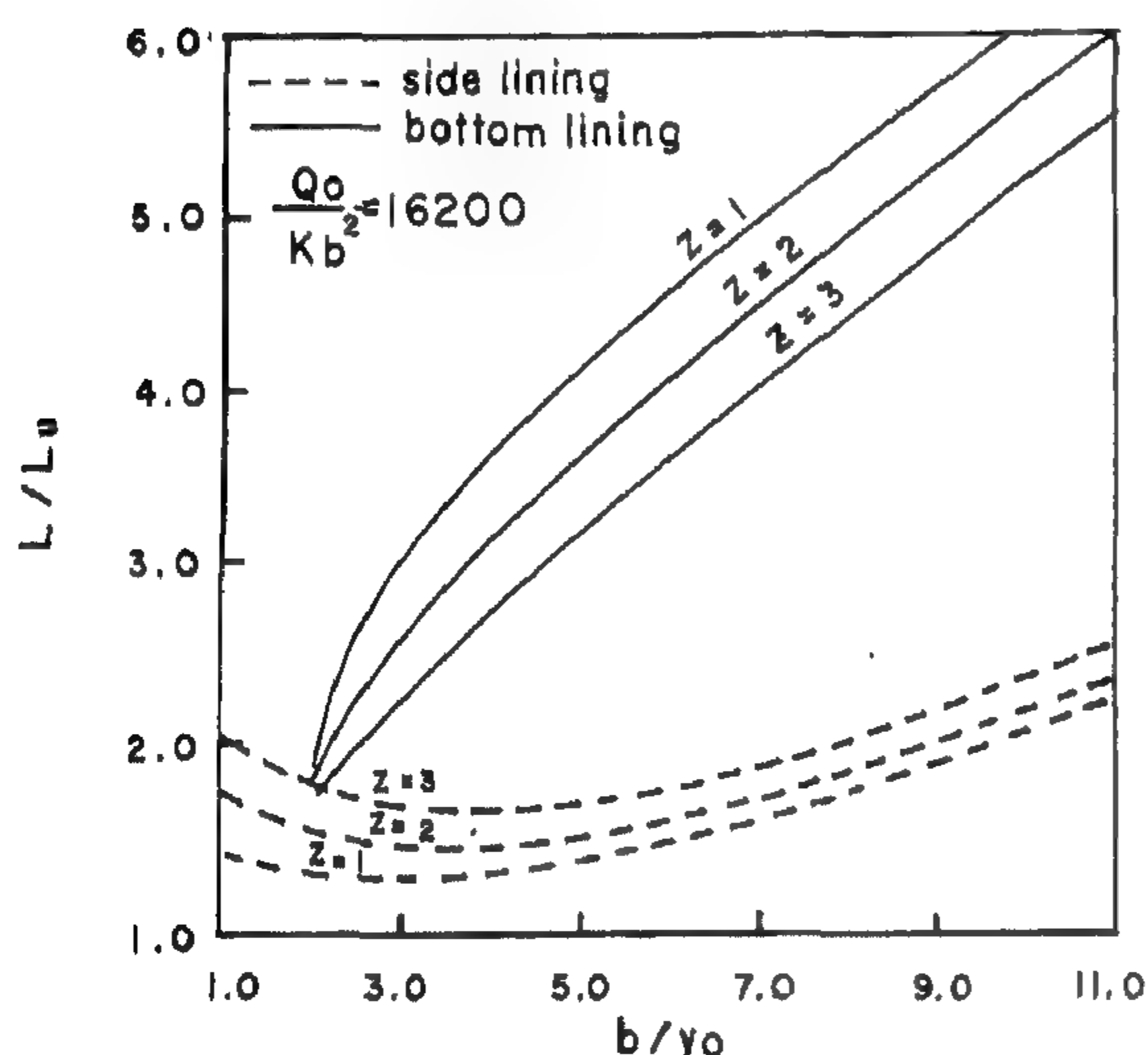


Fig. 8- Channel length ratio,  $L/L_u$ , Versus  $b/y_0$ .

To investigate the channel discharge distribution along the channel axis, Fig. 9. is plotted for channels with side and bottom lining. Equations 11 and 14 are used in plotting curves of Fig. 9. In both cases of partial lining it is evident that side slopes have a negligible effect on the discharge distribution. For channels with bottom lining channel discharge decreases at a higher rate than in the case of channels with side lining.

## CONCLUSION

The discharge and channel length equations presented in this paper are generally explicit, simple, and practical. For the practical range  $b/y_0 \geq 2.0$  it is found that bottom lining is substantially more efficient than side lining. In both cases of partial lining the efficiency of lining generally increases as  $b/y_0$  increases. For bottom lined channels, lining efficiency increases for channel with flatter sides which is not the case for channels with side lining. In both cases of partial channel lining it is proved that side slopes have

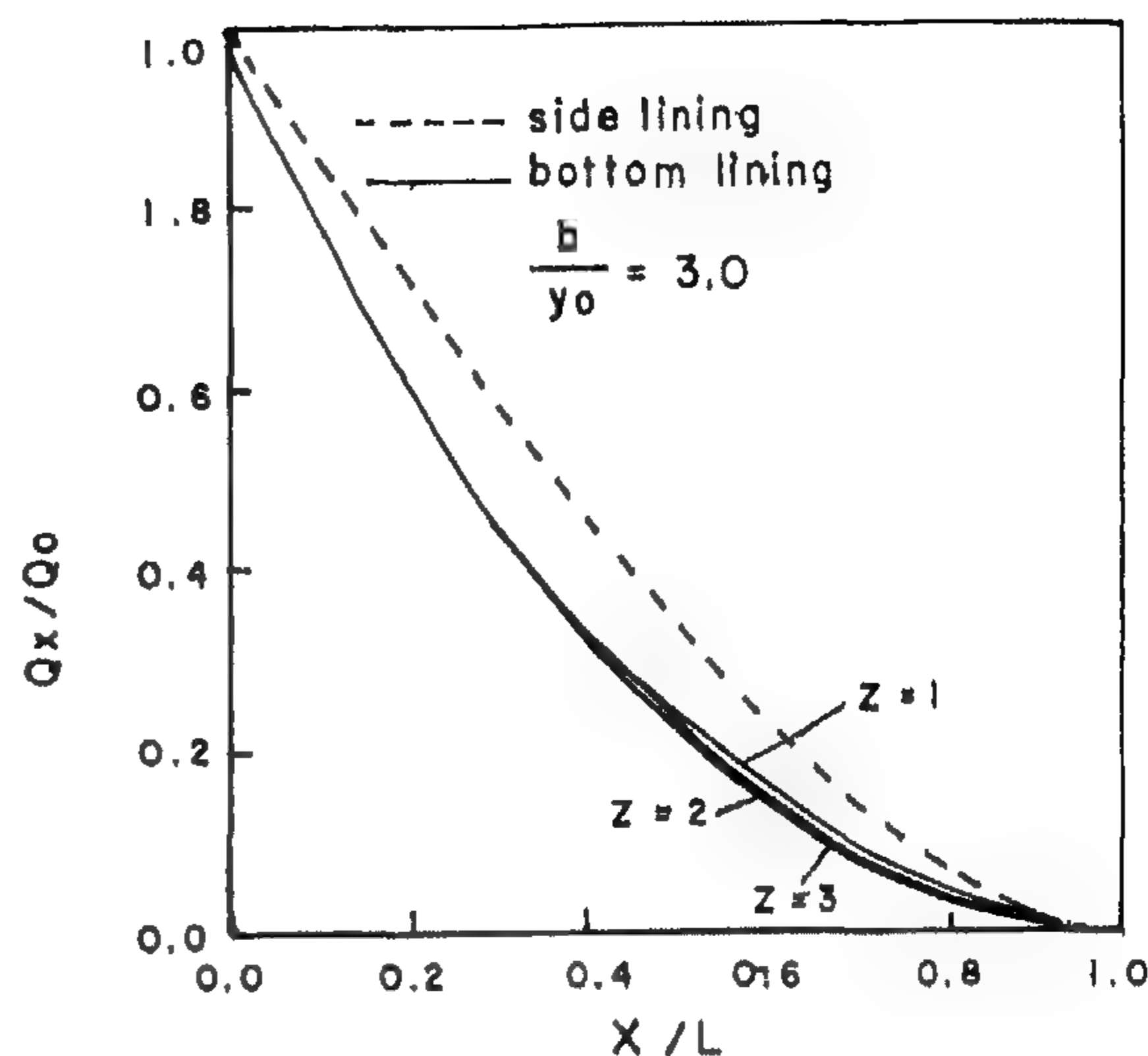


Fig. 9- Distribution of channel discharge along channel Axis

a little effect on the rate of decrease of discharge along the channel.

## APPENDIX I- NOTATIONS

- $A_n$  = constants contained in Eq.1
- $B_n$  = constants contained in Eq.2.
- $b$  = channel bed width;
- $C_n$  = constants contained in Eq. 3;
- $D_n$  = constants contained in Eq.4;
- $K$  = hydraulic conductivity of soil ;
- $L$  = length of a partially lined channel ;
- $L_u$  = length of unlined channel;
- $Q_0$  = channel discharge at a reference section ;
- $Q_x$  = channel discharge at a section  $x$  downstream from a reference section ;
- $q_{BL}$  = Seepage taking place per unit length of a channel with bed lining;
- $q_s$  = seepage per unit length of a partially lined channel ;
- $q_{SL}$  = seepage taking place per unit length of a channel with side lining;
- $q_u$  = seepage per unit length of an unlined channel ;
- $S_0$  = Channel bed slope ;
- $x$  = distance from reference and general sections;
- $x_1$  = distance given by Eq. 16 ;
- $x_2$  = distance given by Eq. 21 ;
- $y$  = water depth at a general channel section ;
- $y_0$  = water depth at a reference section ;
- $z$  = channel side slope; and
- $\beta_\pi$  = angle between channel side and the horizontal in radians

Equation 19 provides channel length for  $b/y_0 \geq 0.5$  and even rough estimations for  $0.05 \leq b/y \leq 0.5$

## 2- Channels with the Bottom Lined

### C- For $0.05 \leq b/y_0 \leq 1.6$

as in case A we have

$$L = \frac{Ky_0}{Q_0} \left\{ \frac{C_0}{2} [L^2 - (L - X_2)^2] + \frac{C_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) \left[ L^2 - \frac{(L - X_2)^3}{L} \right] + \frac{C_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 \left[ L^2 - \frac{(L - X_2)^4}{L^2} \right] + \frac{D_0}{2} (L - X_2)^2 + \frac{D_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L - X_2)^3 + \frac{D_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L - X_2)^4 + \frac{D_3}{5} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^3 (L - X_2)^5 \right\} \quad (20)$$

in which  $x_2$  is the distance measured from the reference section to the section at which  $b/y = 1.6$  and is given by :

$$X_2 = L \left[ 1 - \frac{b}{1.6y_0} \right] \quad (21)$$

### D- For $b/y_0 \geq 1.6$

Similar to the derivation of Eq.(19) it may be concluded that

$$L = \frac{Q_0}{Ky_0 \left[ \frac{D_0}{2} + \frac{D_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{D_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 + \frac{D_3}{5} \left( \frac{y_0}{b} \right)^3 \right]} \quad (22)$$

in which is the channel length measured from the reference section .

## NUMERICAL EXAMPLE

A channel with the sides lines is excavated in a soil having a hydraulic conductivity  $K = 1.0$  m/day. The channel has side slopes  $z = 2.5$  and bed width  $b = 3.0$  m. At a given section the water depth  $y_0 = 1.0$  m and the discharge  $Q_0 = 2.0$  m<sup>3</sup>/s. It is required to estimate the channel discharge 10 km downstream from the given section.

Solution

$$\frac{b}{y_0} = \frac{3.0}{1.3} = 3.0 \text{ m} (> 0.5)$$

Applying Eq. 19

$L =$

$$\frac{2.0(24)60(60)}{1.0(1.0) \left[ \frac{15.411702}{2} + \frac{-38.662684}{3} \left( \frac{1}{3} \right) + \frac{37.302545}{4} \left( \frac{1}{3} \right)^2 + \frac{-10.535563}{5} \left( \frac{1}{3} \right)^3 \right]}$$

from which

$$L = 39584.4 \text{ m}$$

$$= 39.58 \text{ Km}$$

To estimate the channel discharge at a section 10.0 km downstream from the given section Eq. (11) is to be applied :

$$Q_X = 2.0 - \frac{1.0(1.0)}{24(60)60(39584.4)} \left\{ (39584.4)^2 \left[ \frac{15.411702}{2} + \frac{-38.662684}{3} \left( \frac{1}{3} \right) + \frac{37.202545}{4} \left( \frac{1}{3} \right)^2 + \frac{-10.535563}{5} \left( \frac{1}{3} \right)^3 \right] - \left[ \frac{15.411702}{2} (39584.4 - 10000)^2 + \frac{-38.662684}{3} \left( \frac{1}{3(39584.4)} \right) (39584.4 - 10000)^3 + \frac{37.202545}{4} \left( \frac{1}{3(39584.4)} \right)^2 (39584.4 - 10000)^4 + \frac{-10.535563}{5} \left( \frac{1}{3(39584.4)} \right)^3 (39584.4 - 10000)^5 \right] \right\}$$

From which

$$Q_x = 1.29 \text{ m}^3/\text{s}$$

It is worthy to note that estimation of the channel length for unlined channel [7] yields

$$L = 25.34 \text{ km}$$

This means that lining the channel sides increases its length about 56%

## EFFECT OF CHANNEL LINING

It is evident that partial lining reduces seepage losses and hence increases channel length downstream from a reference section .

Figure 8 is plotted to demonstrate lengths of lined channels compared with those of unlined ones . The



By means of Eqs.9 and 11 the discharge at a general section of a channel with the sides lined can be evaluated.

## 2- Channels with the Bottom Lined

In this case the discharge at a general channel section can be evaluated from

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x q_{BL} dx \quad (12)$$

The following two cases are considered

### C- $0.05 \leq b/y \leq 1.6$

Combining Eqs. 12, 8 and 3, and doing the same as in deriving Eq.9, we get

$$Q_x = Q_0 - \frac{Ky_0}{L} \left\{ L^2 \left[ \frac{C_0}{2} + \frac{C_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{C_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 \right] - \left[ \frac{C_0}{2} (L-x)^2 + \frac{C_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L-x)^3 + \frac{C_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L-x)^4 \right] \right\} \quad (13)$$

### D- For $b/y \geq 1.6$

From Eqs. 12, 8, and 4 it is easy to derive the following equation.

$$Q_x = Q_0 - \frac{Ky_0}{L} \left\{ L^2 \left[ \frac{D_0}{2} + \frac{D_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{D_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 + \frac{D_3}{5} \left( \frac{y_0}{b} \right)^3 \right] - \left[ \frac{D_0}{2} (L-x)^2 + \frac{D_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L-x)^3 + \frac{D_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L-x)^4 + \frac{D_3}{5} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^3 (L-x)^5 \right] \right\} \quad (14)$$

The discharge at a general section of a channel with the bottom lined can be evaluated by using Eq.13 or 14.

## Expected Channel Length

### 1- Channels with the Sides Lined

#### A- For $0.05 \leq b/y_0 \leq 0.5$

The discharge vanishes at the downstream end of the channel and this condition is mathematically expressed by

$$0 = Q_0 - \left\{ \int_0^{x_1} Ky \left[ A_0 + A_1 \left( \frac{y}{b} \right) + A_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 \right] dx + \int_{x_1}^L Ky \left[ B_0 + B_1 \left( \frac{y}{b} \right) + B_2 \left( \frac{y}{b} \right)^3 + B_3 \left( \frac{y}{b} \right)^3 \right] dx \right\} \quad (15)$$

in which  $x_1$  corresponds to the channel section at which  $b/y = 0.5$  and can be found from

$$X_1 = L \left[ 1 - \frac{b}{0.5y_0} \right] \quad (16)$$

Integrating Eq. 15, simplifying and solving for L :

$$L = \frac{Ky_0}{Q_0} \left\{ \frac{A_0}{2} \left[ L^2 - (L-X_1)^2 \right] + \frac{A_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) \left[ L^2 - \frac{(L-X_1)^3}{L} \right] + \frac{A_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 \left[ L^2 - \frac{(L-X_1)^4}{L^2} \right] + \frac{B_0}{2} (L-X_1)^2 + \frac{B_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L-X_1)^3 + \frac{B_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L-X_1)^4 + \frac{B_3}{5} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^3 (L-X_1)^5 \right\} \quad (17)$$

Equation 17 is implicit and is to be solved by a trial and error procedure. A starting trial value of L may be obtained by considering  $b/y_0 > 0.5$  as shown in the next paragraph.

#### B- For $b/y_0 \geq 0.5$

considering Eq.11 and substituting  $x=L$ :

$$0 = Q_0 - KLy_0 \left[ \frac{B_0}{2} + \frac{B_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{B_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 + \frac{B_3}{5} \left( \frac{y_0}{b} \right)^3 \right] \quad (18)$$

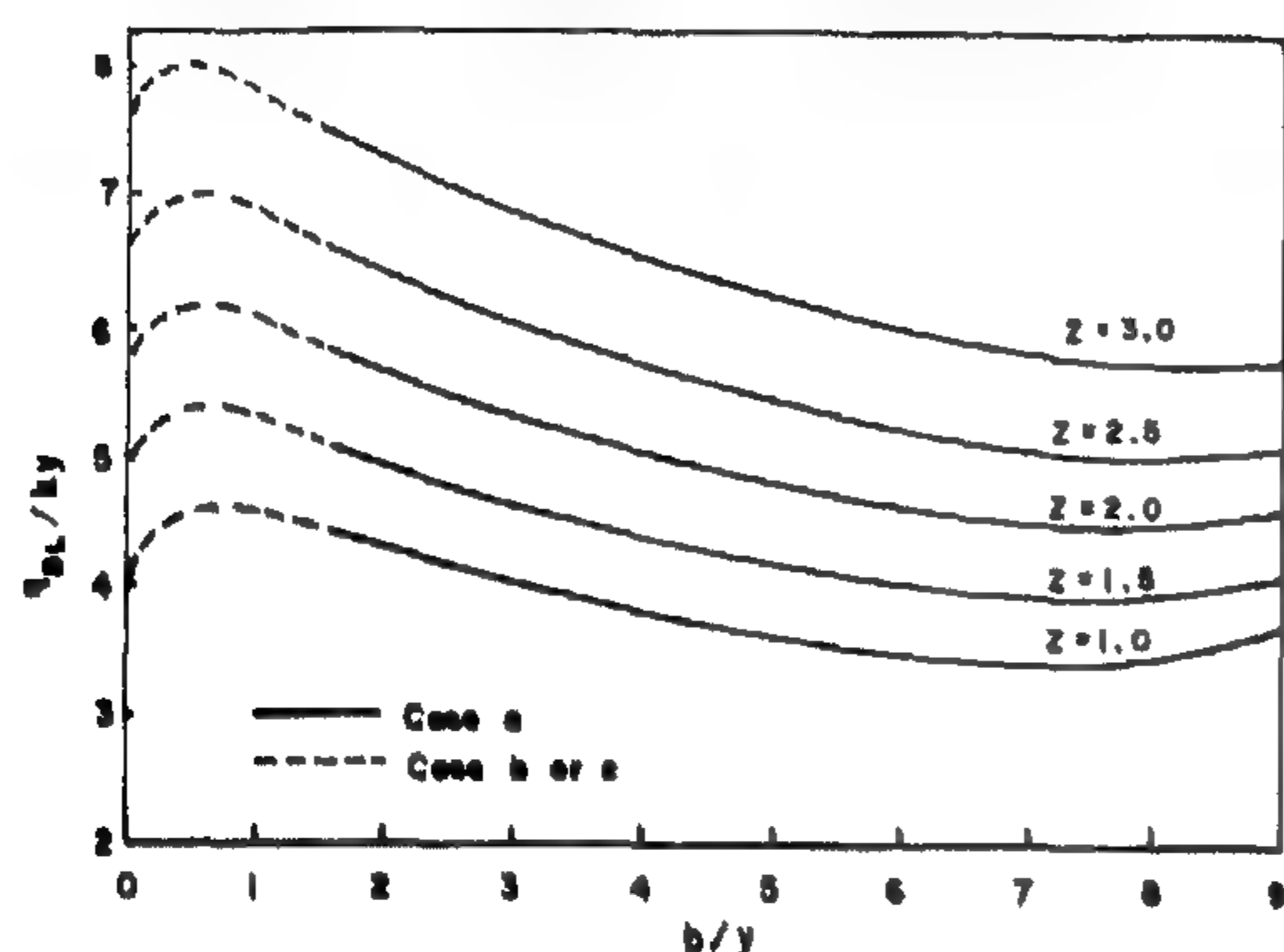
Solving for L:

$$L = \frac{Q_0}{Ky_0 \left[ \frac{B_0}{2} + \frac{B_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{B_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 + \frac{B_3}{5} \left( \frac{y_0}{b} \right)^3 \right]} \quad (19)$$

in which  $D_0, D_1, D_2$  and  $D_3$  are given in table 2 for various values of  $Z$

Table 2.

$Z$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$
1.0	6.16876	-36.89259	147.7915	-149.2663
1.5	6.205081	-31.71907	131.384	-133.54
2.0	5.925795	-21.4296	96.60418	-100.2222
2.5	5.570632	-10.72662	63.38774	-73.63518
3.0	5.758008	-4.5624	43.69816	-51.10196

Fig. 6- Variation of  $q_B/k_y$  with  $b/y$  and  $Z$  for Channels

### Longitudinal Variation of Channel Discharge

Seepage losses decrease the channel discharge along the channel in the downstream direction. Figure 7 illustrates a longitudinal channel section for which all channel discharge is lost by seepage.

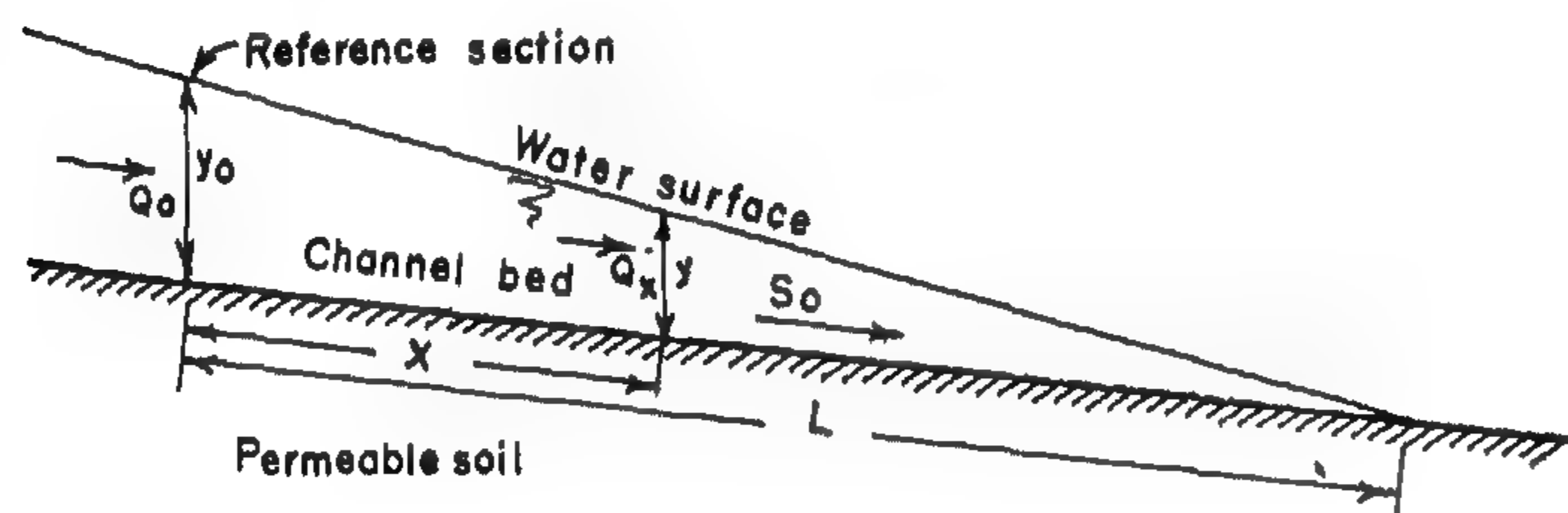


Fig. 7- Longitudinal Channel Section

As shown a reference section for which the water depth,  $y_0$ , and the discharge  $Q_0$  are known is considered. At a general channel section at a distance  $x$  down-stream from the reference section the channel discharge is given by :

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x q_5 dx \quad (5)$$

in which  $Q_x$  is the channel discharge at a general section,  $Q_0$  the channel discharge at a reference section and  $q_5$  the seepage per unit length of channel. In the following, various cases of seepage from partially lined channels are considered.

### 1- Channels with the Sides Lined:

In this case Eq.(5) takes the form

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x q_{SL} dx \quad (6)$$

The following treatments are classified according to  $b/y$  ranges as given below.

#### A- For $0.05 \leq b/y \leq 0.5$

Substitution of  $q_{sl}$  as given by Eq.1 into Eq.5 yields

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x Ky \left[ A_0 + A_1 \left( \frac{y}{b} \right) + A_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 \right] dx \quad (7)$$

The simplifying assumption of a straight water surface profile [7,10,11] leads to

$$y = \frac{y_0}{L} (L - X) \quad (8)$$

in which  $L$  is the channel length downstream from the reference section. Substituting  $y$  as given by Eq. 8 into Eq.7, integrating and rearranging :

$$Q_x = Q_0 - \frac{Ky_0}{L} \left\{ L^2 \left[ \frac{A_0}{2} + \frac{A_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{A_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 \right] - \left[ \frac{A_0}{2} (L-X)^3 + \frac{A_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L-X)^3 + \frac{A_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L-X)^4 \right] \right\} \quad (9)$$

#### B- For $b/y > 0.5$

In this case the discharge at a general section may be evaluated from

$$Q_x = Q_0 - \int_0^x Ky \left[ B_0 + B_1 \left( \frac{y}{b} \right) + B_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 + B_3 \left( \frac{y}{b} \right)^3 \right] dx \quad (10)$$

Following the same procedure followed in establishing Eq.9 we get

$$Q_x = Q_0 - \frac{Ky_0}{L} \left\{ L^2 \left[ \frac{B_0}{2} + \frac{B_1}{3} \left( \frac{y_0}{b} \right) + \frac{B_2}{4} \left( \frac{y_0}{b} \right)^2 + \frac{B_3}{5} \left( \frac{y_0}{b} \right)^3 \right] - \left[ \frac{B_0}{2} (L-X)^2 + \frac{B_1}{3} \left( \frac{y_0}{bL} \right) (L-X)^3 + \frac{B_2}{4} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^2 (L-X)^4 + \frac{B_3}{5} \left( \frac{y_0}{bL} \right)^3 (L-X)^5 \right] \right\} \quad (11)$$



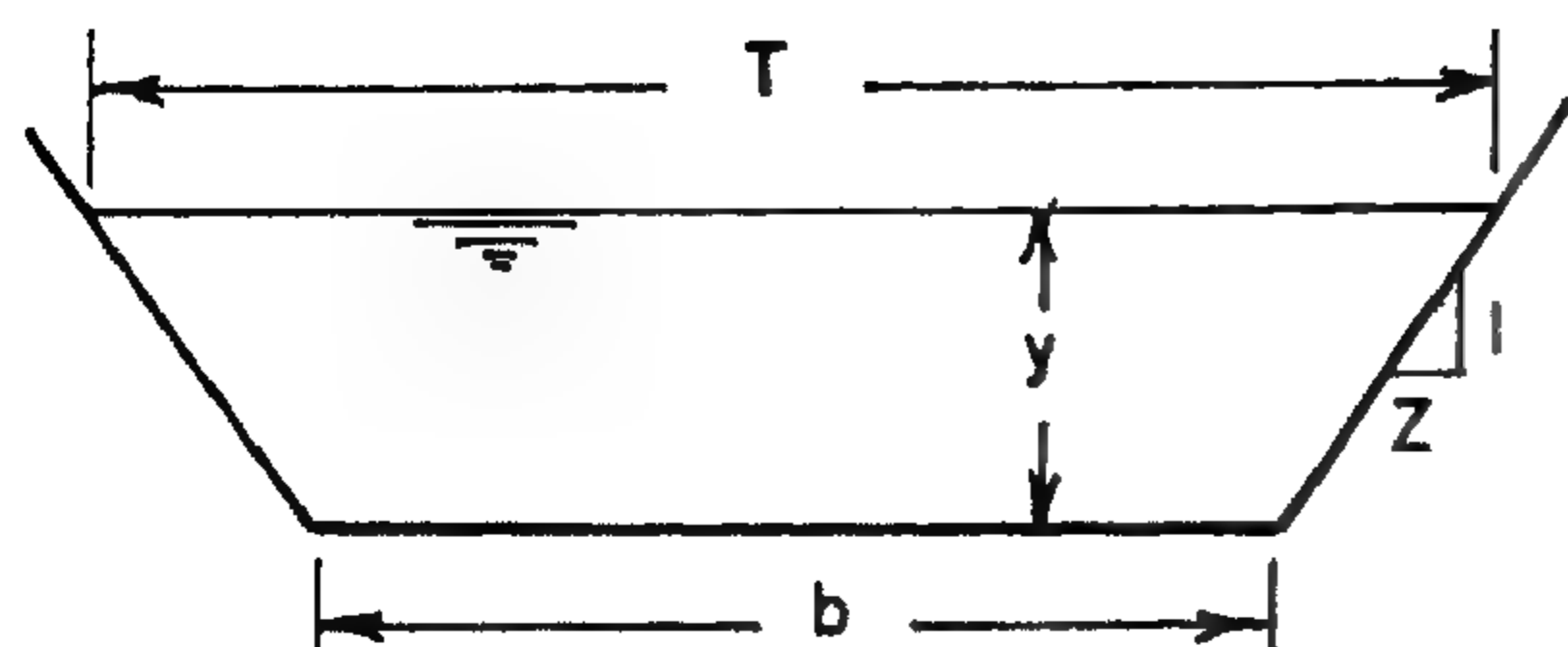


Fig. 3- Trapezoidal channel section  
upper bounding curve corresponds to the most practical  $z$  values and the authors found that the following polynomials successfully represent this curve.

A- For  $0.05 \leq b/y \leq 0.5$  :

$$\frac{q_{SL}}{Ky} = A_0 + A_1 \left( \frac{y}{b} \right) + A_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 \quad (1)$$

in which

$$A_0 = 3.1076111, \quad A_1 = -0.2657083 \\ \text{and } A_2 = 8.9513889 \times 10^{-3}$$

B- For  $b/y \geq 0.5$  :

$$\frac{q_{SL}}{Ky} = B_0 + B_1 \left( \frac{y}{b} \right)^2 + B_2 \left( \frac{y}{b} \right)^3 + B_3 \left( \frac{y}{b} \right)^3 \quad (2)$$

which

$$B_0 = 15.411702, \quad B_1 = -38.662684, \\ B_2 = 37.202545 \quad \text{and} \quad B_3 = -10.535563$$

## 2- Channel with the Bottom Lined

Subramanya et al . [15] considered the three seepage cases shown in Fig. (4) . Their mathematical results in comparison with those for unlined channels are provided in Fig. (5).  $q_u$  and  $q_{BL}$  are the seepage per unit length for unlined and bottom lined channels, respectively. Solid curves are for case (a) of Fig.(4) whereas dashed curves are supposed to represent cases (b) and (c). The authors provide the curves of Fig.(6) to give the direct variation of the seepage ratio  $q_{BL}/Ky$  with  $b/y$ . In plotting Fig.(6) the authors considered the analysis provided by Vedernikov [4] for seepage from unlined trapezoidal channels. To arrange for the following analysis the authors provide the polynomials to represent the curves of Fig. (6).

C- For  $0.05 \leq b/y \leq 1.6$  :

$$\frac{q_{BL}}{Ky} = C_0 + C_1 \left( \frac{y}{b} \right) + C_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 \quad (3)$$

in which  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ , and  $C_3$  are given in table 1 for various values of  $Z$ .

Table 1.

$Z$	$C_0$	$C_1$	$C_2$
1.0	4.0312564	0.6087334	$-2.99898 \times 10^{-2}$
1.5	4.713946	0.637046	$-3.098717 \times 10^{-2}$
2.0	5.238624	0.9261454	$-4.475383 \times 10^{-2}$
2.5	6.211	0.7234605	$-3.491419 \times 10^{-2}$
3.0	6.8337578	1.0988964	$-5.26542 \times 10^{-2}$

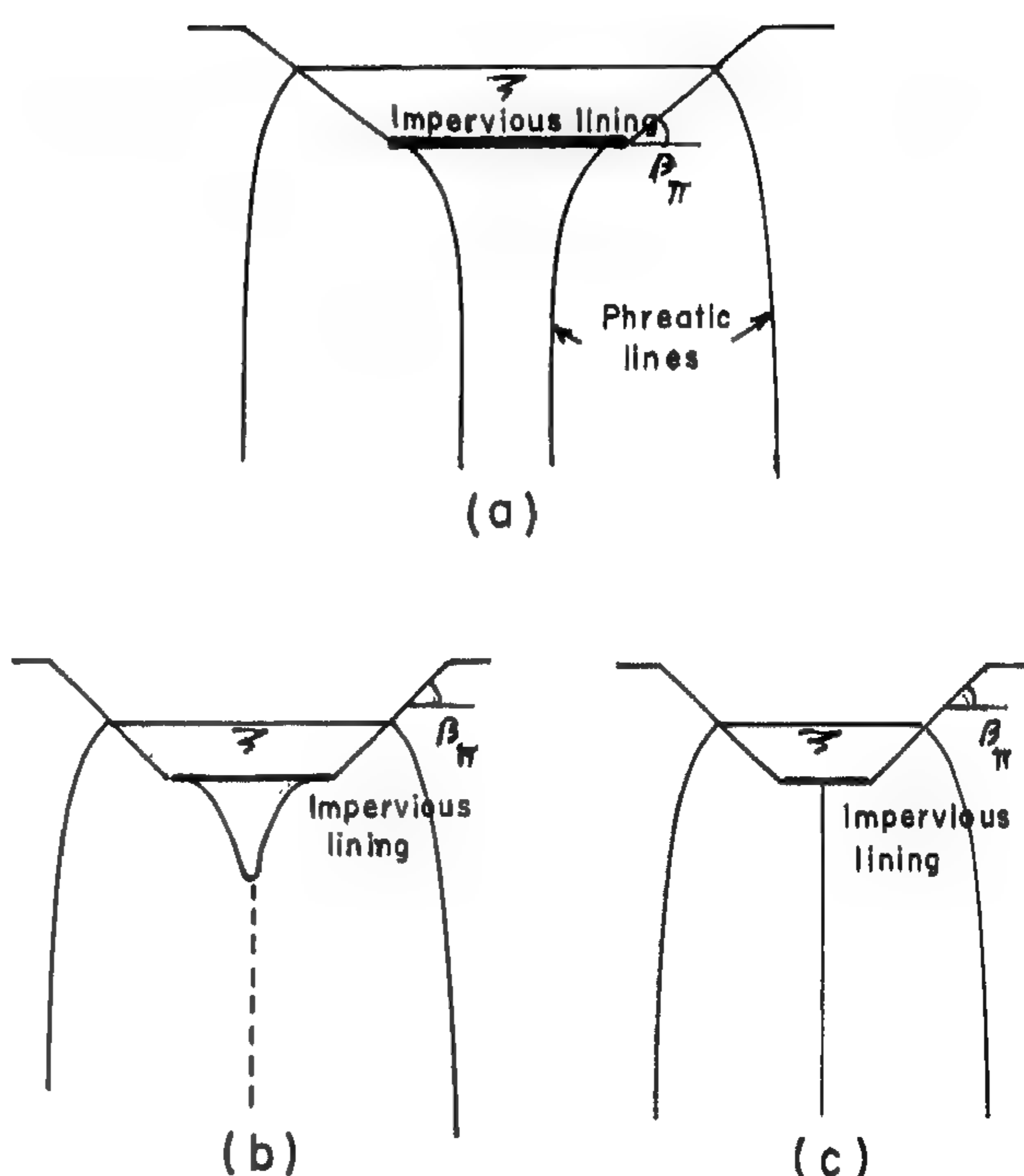


Fig. 4- Three flow domains for cases a, b, and c.

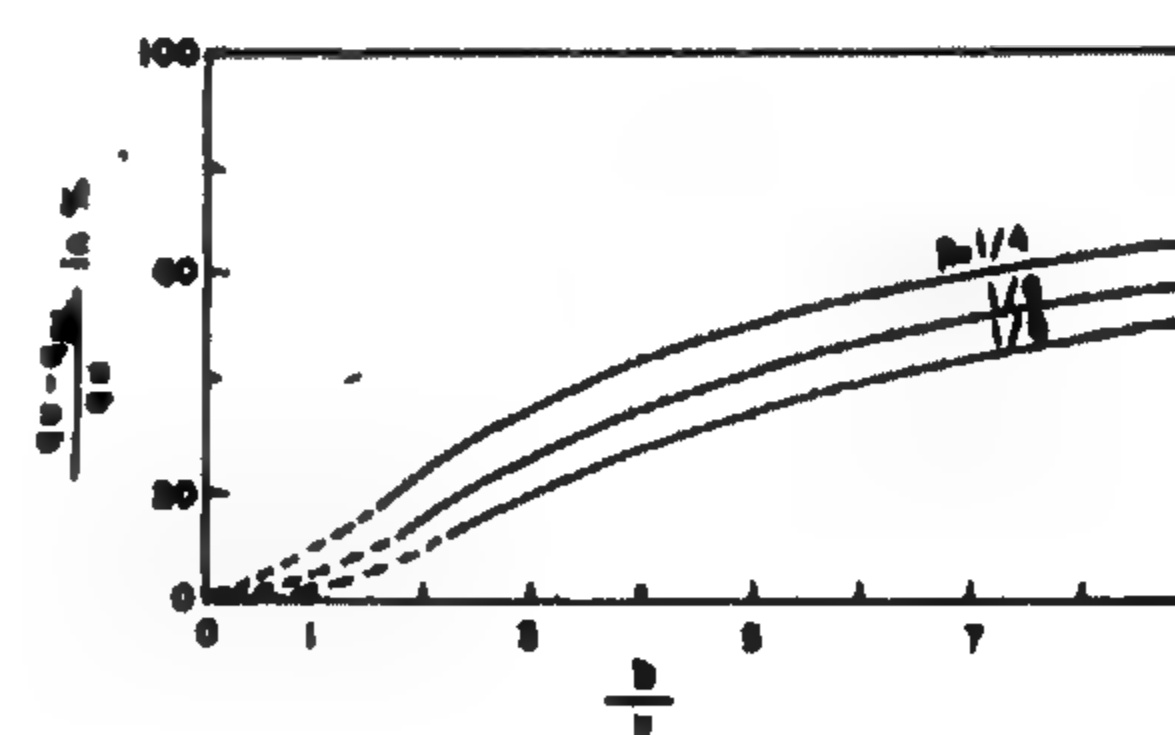


Fig. 5- Variation of percentage reduction in seepage due to bottom lining with  $b/y$  for various values of  $\beta$

D- For  $b/y \geq 1.6$  :

$$\frac{q_{BL}}{Ky} = D_0 + D_1 \left( \frac{y}{b} \right) + D_2 \left( \frac{y}{b} \right)^2 + D_3 \left( \frac{y}{b} \right)^3 \quad (4)$$

## EVALUATION OF THE LENGTH OF A PARTIALLY LINED CHANNEL

By  
Ahmed I. Al-Amound\* and Helmi M. Hathoot\*

### ABSTRACT

The case of a partially lined trapezoidal channel excavated in a highly permeable soil of infinite depth is investigated in this paper. The results of an earlier research are Modified and used in establishing equations for estimating channel length downstream from a reference section and channel discharge at a general section. The above mentioned equations are provided for channels with side lining as well as for those with bottom lining. The solution of a numerical example shows that equations are simple and practical. Inspection of a number of graphs illustrates the effect of various parameters on the channel length, distribution of discharge along with channel the lining efficiency for both bottom lined and side lined channels

### INTRODUCTION

Many investigators have studied the problem of seepage from open Channels into surrounding soils from different approaches [4,13]. Seepage taking place per unit length of channels was investigated by Vedernikov [4], El-Nimr [1], Hammad [2,3], Hathoot [8,9] and others. Seepage per unit length of trapezoidal channels with side or bottom lining was studied by Subramanya et al. [15]. Studies on longitudinal water profiles for channel subject to seepage losses were provided by Hathoot [6,7, 10, 11] and Schropp and Fontijn [14]. The above mentioned studies by Hathoot were based on the simplifying assumption of a straight profile, which proved to be practically valid, Hathoot et al [5,12].

The objective of this paper is to provide a study on the effect of partial lining of trapezoidal channels on the channel length and discharge considering a longitudinal profile.

### PARTIAL LINING

Subramanya et al. [15] provided mathematical solutions for two cases of partial lining: Channels with sides lined and bottom unlined and channels with bottom lined and sides unlined. In the following each of the two cases is individually considered.

#### 1. Channels With the Sides Lined

For this case the flow domain and phreatic surfaces are shown in Fig. (1). The complicated mathematical solution is graphically presented in Fig.(2) which provides the variation of  $q_{SL}/Ky$  with  $b/y$  for various

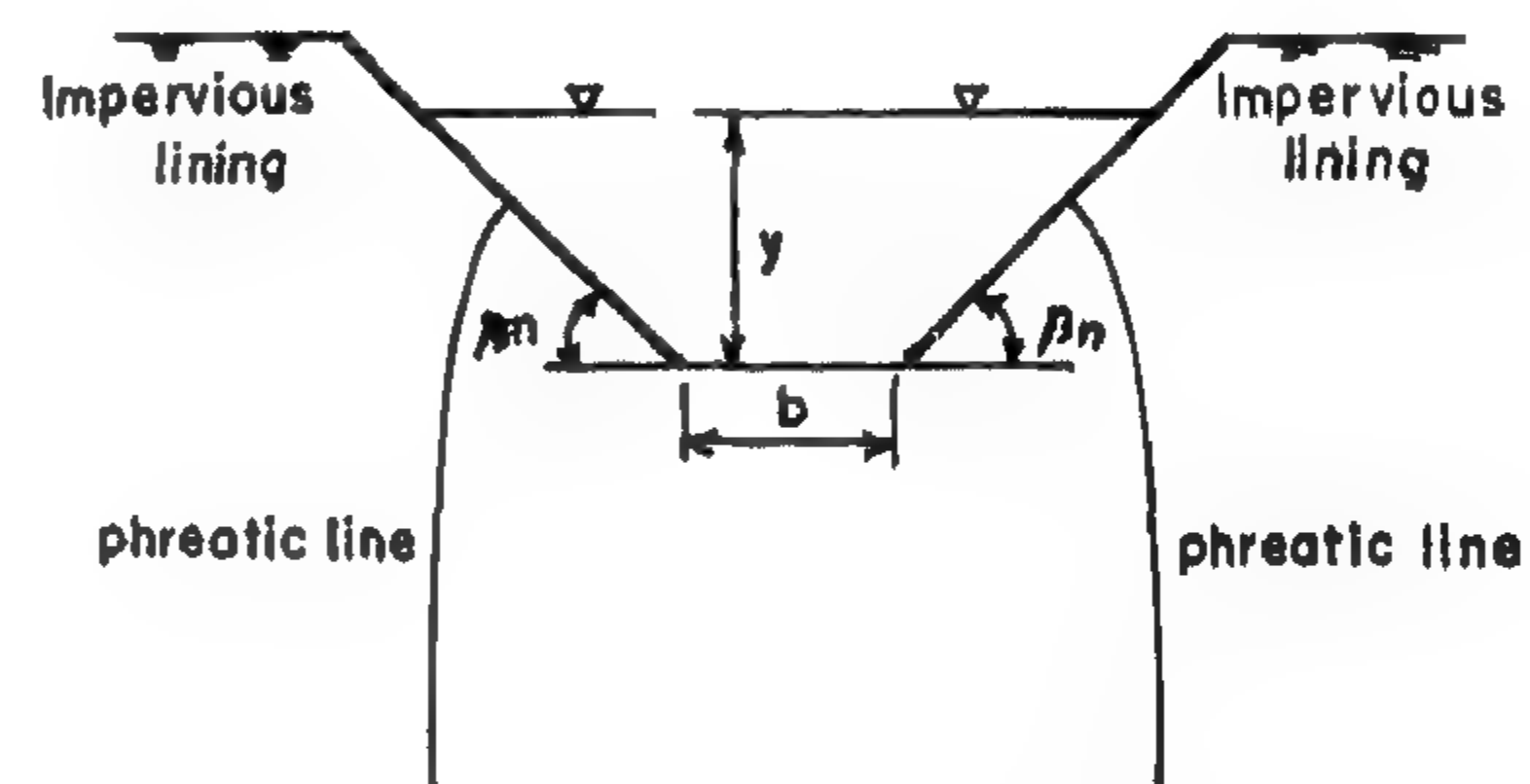


Fig. 1- Flow domain for a channel with the sides lined.

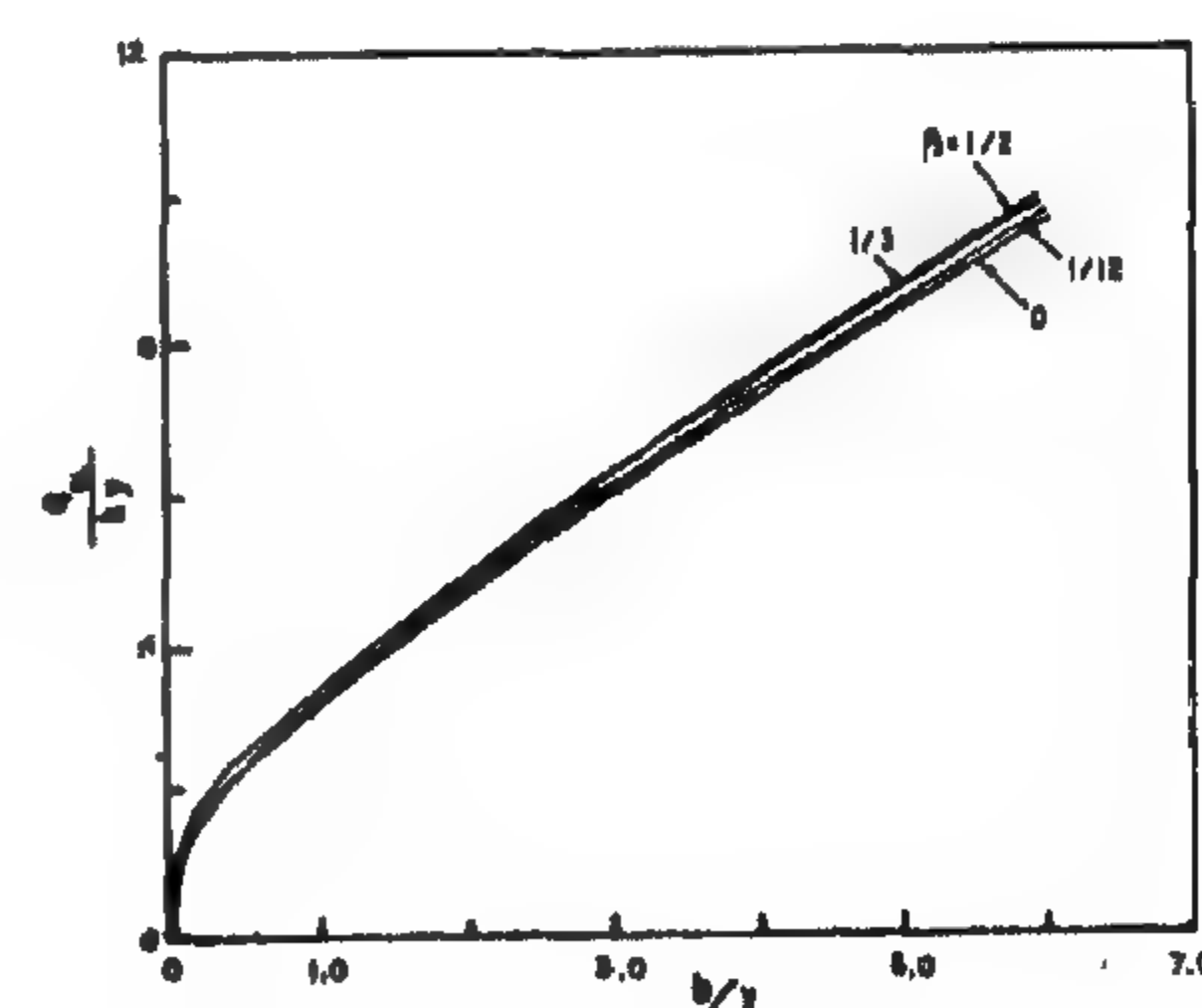


Fig. 2- Variation of  $q/(ky)$  with  $b/y$  for channels with the sides lined

side slopes.  $q_{SL}$  is the seepage per unit channel length,  $K$  the hydraulic conductivity of the soil,  $y$  the water depth,  $b$  the bed width and  $\beta_n$  the side angle, in radians. In practice the value of  $z$ , Fig. (3), is used to express the side slopes rather than  $\beta_n$ . In Fig. (2). the

\* Dept. of Agric. Engrg., College of Agriculture, King Saud Univ.,  
P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia.



## Second: Developing a Strategy for Efficient utilization of Scarce Resources

Realizing that public enterprises have acted as a failing "welfare" system over the last decades, is a crucial first step on the road to reform. They have produced generations of unproductive labor. Breaking the cycle of unproductivity, and dependence, requires radical structural reform in public sector enterprises. Privatization is a viable alternative for many of these enterprises. For other enterprises, however, reform is the only option.

Reform of public enterprises is long overdue. Reform should be done on two levels: the individual and the organization. Improved accountability at all levels of government and increased autonomy of managers would greatly improve conditions of these enterprises. However, these two elements; autonomy and accountability, should not be implemented separately as autonomy without accountability would lead to more inefficiencies. Also, the shedding of unnecessary labor is a difficult but necessary measure.

Another necessary measure is the reevaluation of counter-productive policies that have proven destructive to the economy, and development of other social policies that distribute social benefits based on need.

## Third: Developing a Strategy for Institutional and Technical Reform

The success of an urban transportation policy, will depend on the existence of a co-ordinated decision

making process. Restructuring the fragmented decision-making mechanism in the city could be done by creating a single authority responsible for initiating transportation policies in the city. The authority would consist of representatives of the various agencies currently involved in the process. The authority would focus on setting defined goals for project implementation, improving project planning methods, and assessing immediate and future needs of the city. That authority should be strong and internally cohesive. Securing political support for the organization's action is crucial to its survival and effectiveness. A political support that does not interfere or impose but allows the authority to operate at a degree of independence, is probably the ultimate challenge that authority will face.

## CONCLUSION

It is apparent that treating a symptom is only dealing superficially with the problem. An effective treatment of the transport problem starts first by dealing with the real ills that have afflicted the Egyptian society. Effective treatment does not lie in programs that control congestion, temporarily relieve traffic flow or that satisfy a yearning to project a "world class" city image.

A clear cut solution to the transportation problem as well as other numerous problems that afflict Cairo is a national development strategy that emphasizes population redistribution and control, as well as efficient utilization of resources.

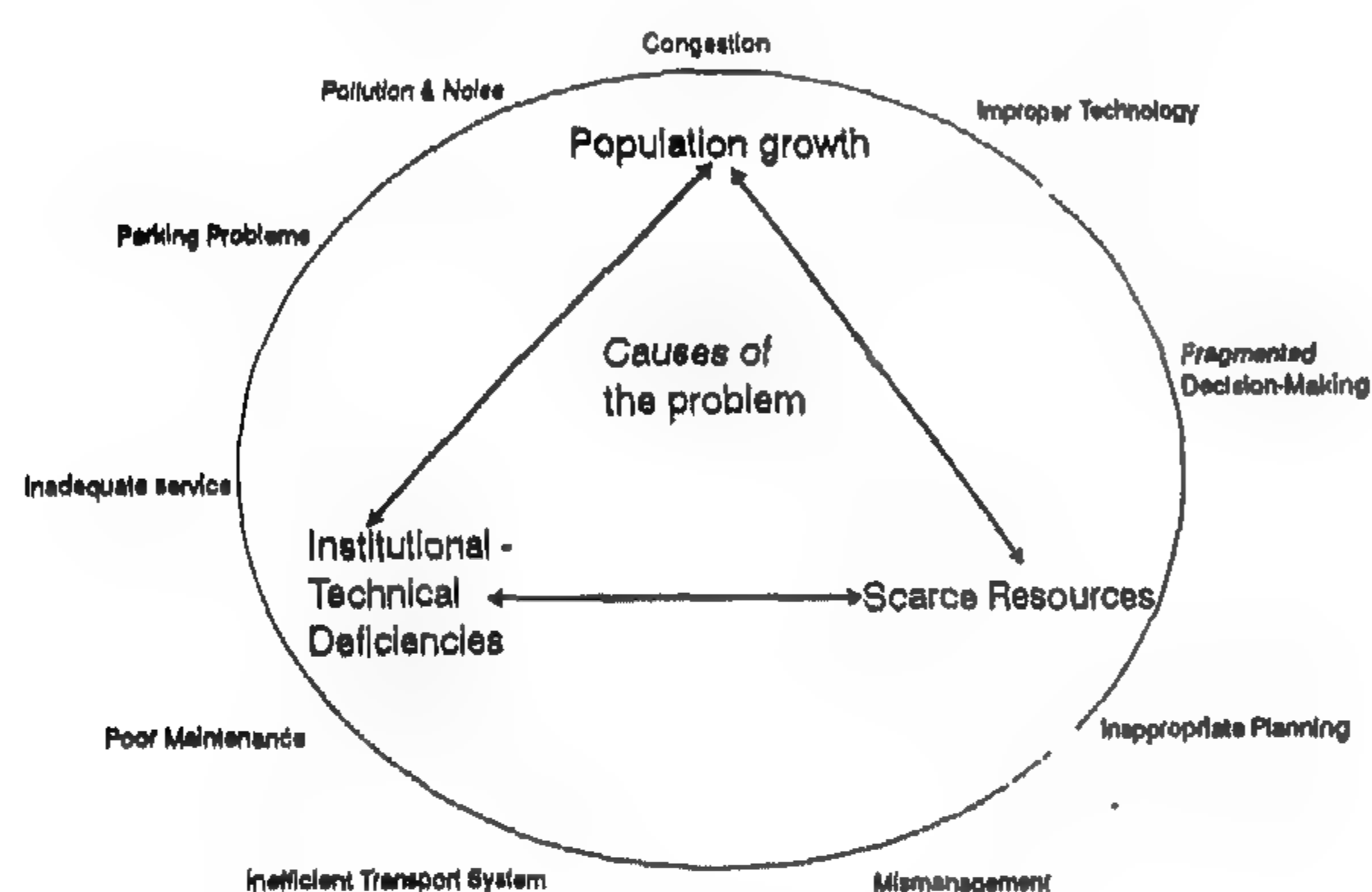
## REFERENCES

- 1-Cairo University Team, *"The Expanding Metropolis, Coping With The Urban Growth Of Cairo"* Proceeding of Seminar, Cairo, Cairo University, 1984.
- 2- El Hawary Associates and JMP Consultants Ltd. *"Inter-city and Urban Transport Interchanges. Study in Greater Cairo"*, Final Report. Vol. # 1. Cairo, 1986
- 3 -Dimitriou, Harry and George Banjo (eds.) *"Transport Planning for Third World Cities"*, London, Routledge, 1990  
- Marcia D. Lowe. *"Alternatives to The Automobile: Transport For Livable Cities"* Ekistics, November 1990.  
-A. Lashine, C.R Eastman, and El-Hawary, *"The Development and Growth of Private Sector Public Transport in Cairo"*. Traffic Engineering & Control, July/August 1987
- 4- Cook, Paul and Colin kirkpatrick *"Privatization in Less Developed Countries"*. Great Britain, St. Martin's Press, 1988.
- 5- El- Nagger, Said, *"Privatization and Structural Adjustment in the Arab Countries"*. Washington D.C, International Monetary Fund, 1989.
- 6- Meyer Michael D. , and M.S. Nour Eldin, *"Parking Management as a Component of Urban Transportation Policy in Developing Countries : The Case of Cairo"*, *"Traffic Engineering and Control"*, Vol. # 22n 11, P.604.
- 7- Central Agency for General Statistics ; *"Population and Housing Census"*, 1986 .

Therefore, the majority of the population is totally dependent on public transport and is expected to remain so in the foreseeable future.

## 6- Parking Problems

Parking problems have become so serious, especially in the city center. Illegal parking is unavoidable. Double and triple parking became very common. It adds to street congestion and causes inconvenience to other drivers and parkers. Parking problems have extended to non-central areas and are greatly contributing to mobility obstruction in the city.



The vicious cycle of urban transport problems

## 7- Pollution And Noise

Pollution has reached very serious levels in Cairo. In fact Cairo is one of the worst cities in the world in noise and pollution levels. The costs incurred in terms of health and productivity are incalculable.

## 8- Deteriorated Levels Of Street Maintenance

The lack of funds has greatly contributed to the poor conditions of roads. The poor maintenance of sidewalks has forced pedestrians on the streets leading to the unusual mix of pedestrians and vehicles on the city's roads. This has further complicated the congestion problem and created a challenge to policy makers.

## PLANNING FOR THE FUTURE

Outlining a national development strategy that focuses on treating the cause or rather the root of the problem (population growth, scarce resources, institutional and technical deficiencies) should be every policy maker's goal.

### First: Developing a Population Control Strategy

The realization that Cairo is growing every day at an alarming rate is a crucial first step. A significant part of that growth is through natural increase. Thus, if formidable walls are built around Cairo declaring it a closed city, it will still grow from within. Family

Planning Campaigns over the last years attempting to educate the public on the individual and collective harmful effects of a large population, have not achieved desired goals. What could be done to control population growth?

### 1- Changing Social Behaviors

For the most part, most Cairians view a large family as a symbol of status and power. A long held belief associates a large family with some kind of pension or security for old age. So far family planning efforts have failed to significantly change social behaviors and deeply held beliefs regarding large families.

Thus, it is imperative at this point that the government enacts a legislation that provides free education (primary, secondary, and higher education) only for first two children in the family. This will not only shift some of the burden of financing education from a burdened government but will also force parents to recalculate their plans. Similar legislation could be enacted on almost every front to convey a clear signal that the government could no longer shoulder the responsibility of an exploding population, but this responsibility will have to be shared. Other similar social benefits provided generously must also be reconsidered, and limited.

### 2- Population Redistribution

Certainly it is not a new concept. It is probably the most voiced concept in Cairo. Every policy maker knows that it is the answer to Cairo's problem. However, so far, this knowledge has never been translated into meaningful action. What will it take to move people out of Cairo to other Egyptian cities and towns where quality of life is continuously deteriorating and where jobs are scarce. What will it take to stop people from migrating to a city overburdened and on the verge of collapse.

The answer obviously lies in investment redistribution. Due to its importance as a capital, and the enormous problems it faces, Cairo has been receiving the lion's share of investments for decades. This led to a systematic neglect of other cities and towns. It is time to abandon this short-sighted policy and adopt a more national-oriented outlook. It is time to reinvest in the national economic, educational, and political systems. A national development strategy should focus on creating self sufficient villages, satellite towns, and support cities -- cities, towns, and villages, with 'decentralized' decision making mechanisms, capable of preserving their own residents and competing with Cairo in attracting residents.



Bridges might temporarily improve traffic flow. However, they greatly encourage the use of low-occupancy private vehicles, especially in the city center, thus, causing more congestion in the long run.

This phenomenon is also due to the fact that officials who are mostly upper or middle class are themselves private automobile users in a society that views the use of private vehicles as a sign of prestige and success. Therefore, it is natural that the policies they initiate would be designed to benefit this segment of the population. Policies formulated are mostly partial and serve the needs of the minority.

### 3- Inappropriate Planning

Cairo has been developing very rapidly over a relatively short period of time. Government's response to this rapid growth was, and still is, building more bridges, more roads, purchasing more buses, more cars and recently building an underground metro system which swallowed millions of dollars and paralyzed the city for months. While the city seems in great need of these capital intensive projects and they seem effective in temporarily relieving traffic congestion, they encourage further concentration of population. They do not encourage the movement of people outside the city but are rather attracting more people to the city. Such "solutions" are merely providing short term remedies to a symptom; namely, congestion rather than a clear cut treatment of the real cause; population concentration.

An example of failed strategies is the attempt to solve parking problems in the central Business Districts (CBD) through the adoption of a parking management scheme. The scheme introduced a "controlled Parking Zone" with 1775 on-street metered short-term parking spaces in the CBD, 2500 long-term parking spaces in garage complexes, 2000 spaces parking lots on the northern and eastern fringes of the zone, and 725 parking spaces in the outlying fringes of the south and west of the CBD. This experience has proven that the increase in parking supply led to increased volumes of traffic entering the city and thus more congestion.

However, it should be mentioned that although some of these projects have encouraged automobile growth and congestion instead of controlling them, others have been successful in greatly improving traffic flow and temporarily preserving the livelihood of the city.

### 4- Ineffective Traffic Management And Enforcement

In Cairo, there is a general public disregard for traffic regulations not only by motor vehicle drivers, but

by almost all street users. Traffic conflict among fast moving motorized vehicles, slow moving non-motorized animal-drawn or human powered vehicles, and pedestrians forced to the streets due to poorly maintained sidewalks, creates constant struggle for movement. Severe lack of effective traffic management and enforcement mechanism further intensifies the problem.

### 5- Traffic Congestion

Movement in the city has slowed to a crawl. Peak hours occur 3 and 4 times a day. Accident rates are estimated at 80 fatalities and 600 injuries per 10,000 vehicles. Walking times are faster than driving times for most part of the day. Walking times, however, are substantially slowed by congestion and poor maintenance of sidewalks. Traffic congestion which used to be limited to the downtown has now spread to almost every part of the city.

It was estimated that the growth rate of traffic in Cairo was approximately 8% per year and it has been sustained over the period 1972 - 1985. Traffic congestion is worst during peak hours. It has very negative effects on the drivers as well as on the vehicles. It not only causes delays, frustration, and stress for the drivers, with extremely negative effects on productivity, but also increases the operating cost of vehicles. Traffic congestion contributes to the deterioration of public transport's level of service.

A number of factors have contributed to congestion. One of those factors is the existing transport network in GC which was not originally constructed to handle the current heavy demand. The transport supply infrastructure is insufficient as well as inexpendable, e.g. the roads are inadequate for handling large volumes of traffic and there is little potential for road network expansion because all developable land is already used and the right of way laws do not exist. Moreover, the road network is orientated towards the city center. Thus, a large number of traffic ends in the city center.

Another factor is the massive increase in car ownership. Frustrated by a poor transportation system, encouraged by increased personal income, and motivated by images of status and prestige that a personal vehicle is believed to convey, a considerable proportion of the population turned to private vehicle use.

Car ownership in Cairo has increased at an annual rate of 17%. This means that the number of vehicles doubles every 4 years. Despite the increase in car ownership, still only 2 families in 10 have access to a private car. Outside Cairo, the proportion is even lower.



Furthermore, Greater Cairo (GC) is in the jurisdiction of three different governorates; Cairo, Giza, and Qalubia. This further complicates the decision making process, as these governorates often adopt independent measures. The existence of these numerous organizations and the absence of a unifying co-ordinating authority, result in poor communication, confused responsibilities, conflicting decisions which greatly hamper immediate and effective response to problems.

## SYMPTOMS OF THE PROBLEM

### 1-Inefficient Operation of the Public Transport System

Public transportation services in Cairo are mainly provided by Cairo Transit Authority (CTA), a publicly owned transportation organization. Buses are overcrowded to the extent that passenger safety is seriously endangered. They are poorly maintained, inadequate and unreliable.

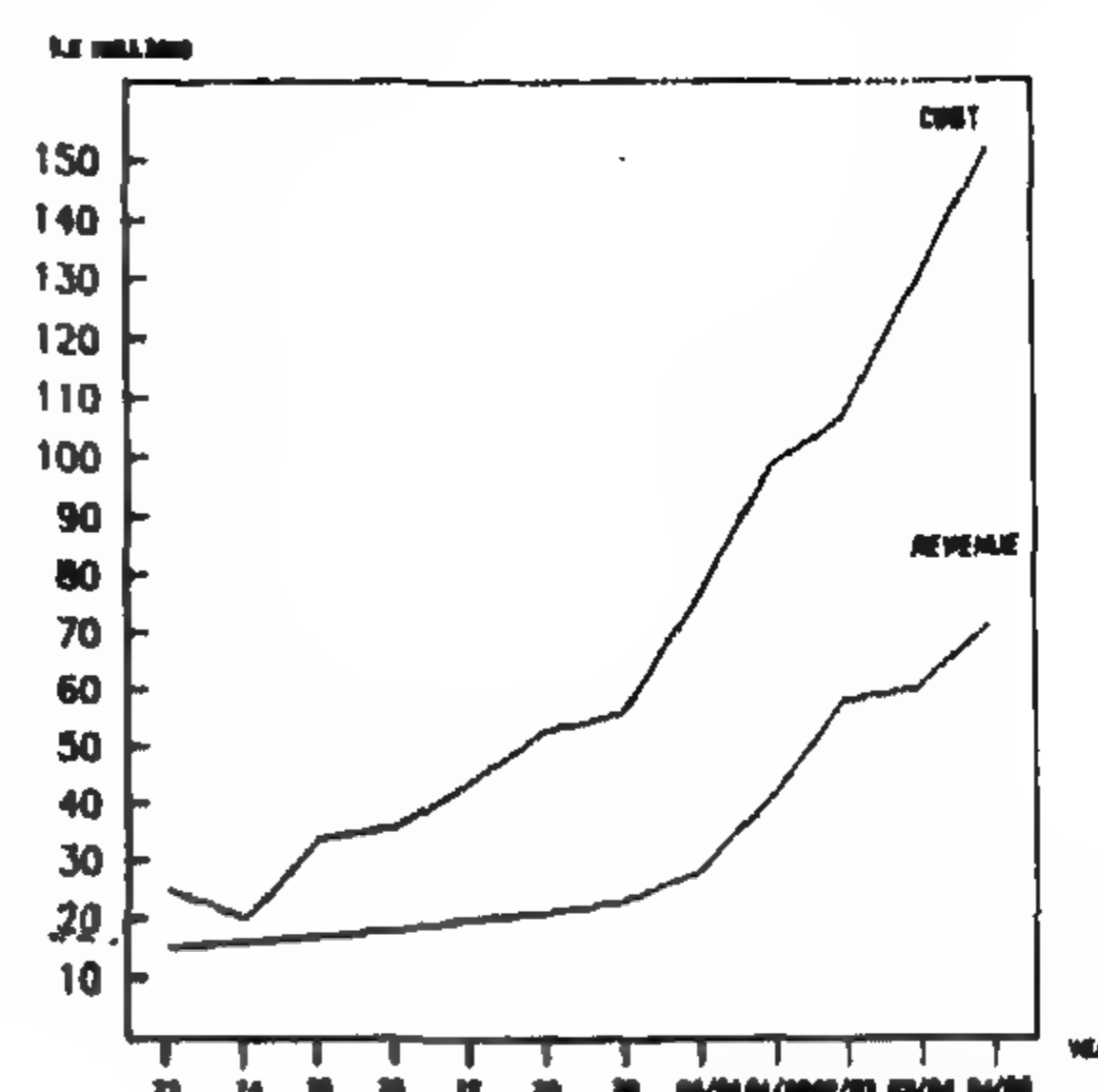
In 1983, the total number of buses operated by CTA was 2,454. Availability was 69% passenger per operating bus per day. The system could not accommodate the high levels of demand, thus productivity has seriously declined.

Fare limit policies, for example, are designed to provide assistance to low-income people. Hence, Transit fares are kept at an uneconomical low rate. In 1983, a typical 5 km fare was \$ 0.07. Total costs per passenger km were \$0.01. Furthermore, due to overcrowding, many fares are not collected. However, the costs of providing these services were rising and revenues were low. In 1983, annual operating costs of bus services were \$ 60.41 million. Annual operating revenues were \$ 36.19 million.

To ensure the continuation of these money-losing operations, huge subsidies had to be provided. The existence of subsidies removed the incentive to reduce costs and increase revenues. This led to inefficiency, deficits, and the need for additional subsidies; a burden the developing economy could not afford. The financial costs involved in adopting this policy are massive and do not justify the benefits. It is a misallocation of scarce resources.

Furthermore, a policy of guaranteed jobs to graduates in the public sector, has led to extreme overstaffing of this sector. The low productivity rate recorded by its work force was not only a function of overstaffing (In 1983, there were 14.5 operators assigned to each bus) and low wages, but also a result of a social system that protected those employees no

matter how inefficient they were. With the lack of profit motive and staff accountability, the results were extremely negative.



Cairo Transport Authority cost and revenues

With economic goals, (mobilization of resources and development) contradicting with political objectives (distribution of income & social equity), the public sector in general became infested with low productivity. Structural distortions of public enterprises stem from the fact that they lack the incentive to strive for cost-effectiveness or compete for revenues. The monopoly status of these organizations eliminates competition. They lack the flexibility and responsiveness to change and demand.

In short, there are severe deficiencies in both the quality and quantity of the services provided. This is clear from the overcrowded buses seen throughout the city. The system provides irregular unreliable services. Regular maintenance of buses is almost non-existent. The frequent breakdown of buses on busy city streets leads to further congestion. The lack of funds exacerbated by management deficiencies constrained the ability of the government to improve quality of the services provided.

### 2- Transfer of Inappropriate Technology

The copying of foreign high cost standards, that are not necessarily suitable for the developing environment in which they are implemented, led to the neglect of grass root needs, and the adoption of goals that are mismatched with available technical, financial, technological, and institutional resources.

A clear example of misguided priorities is reflected in the allocation of transport funds. Most of the transport investments are not designed to benefit the 80% of urban population who are dependent on public transit in GC. It is designed to benefit private automobile user (15% of the population). For example, the Transit system's benefits from the construction of bridges are minimal and short-term.



Cairo's population growth. As a major cultural, industrial, commercial and educational center, this capital has acted as a magnet attracting people from all over Egypt looking for job opportunities, education, health care, etc. Approximately, 60% of rural urban migration is concentrated in Cairo. The rate has reached 150,000 migrants annually.

As urban expansion was swallowing the limited cultivable land, rural migration was causing further neglect to the countryside with extremely negative effects on agricultural productions. Egypt has moved from an exporter of grain during the Second World War to a major importer struggling to feed its population.

## 2- Scarce Resources

Population growth at this rate was placing a heavy burden on the resources which remained fixed, leading to sharp continuous decline in economic standards. In 1980, Egypt's average annual Growth National Product (GNP) per capita was \$ 760 million, while that of Cairo was \$ 580 million. Annual growth rate of GNP was 3.1%. Scarce resources have consistently paralyzed the ability of the government to deal effectively with urban disorders and have suffocated attempts to alleviate the transportation crisis.

## 3- Institutional And Technical Deficiencies

Transportation problems caused by rapid population growth and scarce resources were intensified by institutional and technical deficiencies. The continuous deterioration of Cairo's transportation system can largely be attributed to post performance in handling the rapid growth, adoption of costly policies that drained resources, the lack of appropriate planning.

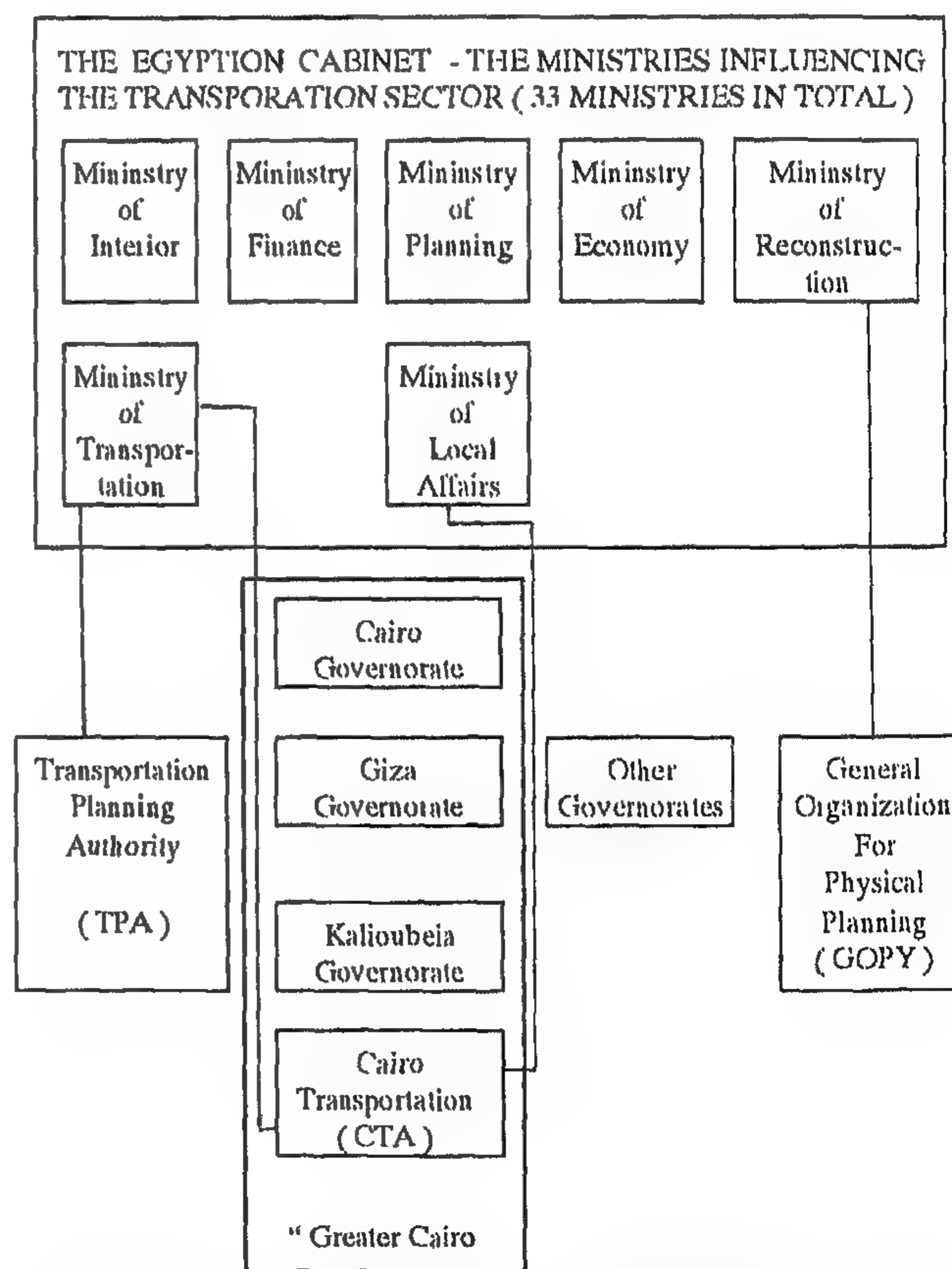
The roots of existing shortcomings can be traced back to the post-independence era (1950s). With the adoption of massive social policies that were intended to overcome social inequities and achieve income redistribution and political reforms, the government embarked on a nationalization process where total domination of the public sector over all economic assets was a national goal. The nationalization of private assets was viewed as a tool of achieving basic social, political, and economic goals.

Socially, expansion of the public sector was believed to ensure just distribution of resources. Politically, control over all national assets was viewed as a crucial element of national security. Economically, the government's stated goal was to improve resources, foster economic growth and development. A system of price control and subsidies was implemented to ensure the realization of stated objectives. Independence

policies, though well-intentioned, were unrealistic, placed a heavy burden on the fragile economy, and were largely responsible not for fostering economic growth, but for fostering economic dependence of Egyptians on their government; a dependence that policy makers are now struggling to eliminate.

Urban transportation policies in Cairo could be characterized as inconsistent, and unco-ordinated, due to several reasons. The dramatic expansion of the public sector gave rise to complex, highly centralized, bureaucratic organizational structures. It is unclear who is responsible for the decision making process in Cairo regarding planning of urban transportation projects.

A well-known fact is that "there is no single authority in Cairo responsible for transportation planning, policy formulation, and decision making. There are instead 12 bodies involved in planning, design, implementation, operation, and management of the system. They are involved in solving difficult and numerous day-to-day problems of the transport system. Thus, policy making and evaluation of future plans tend to be neglected".



Government organizations involved in transportation project development and implementation in the Cairo metropolitan area

## CAIRO : AMID FORMIDABLE TRANSPORTATION CHALLENGE AND SEARCHING FOR SOLUTIONS.

By  
Dr. Ossama Abd Elrahman

### ABSTRACT

With exploding population and scarce resources creating a transportation problem, immediate solutions are provided for Cairo. These quick remedies, however, are often part of the problem. Consuming millions of desperately needed dollars, these "solutions" concentrate on treating the symptom rather than the cause. In two parts, this paper emphasizes that treating the cause, rather than the symptom is crucial to formulating effective comprehensive transportation policies. Part 1 examines causes and symptoms of the problem. Part 2 outlines an overall national strategy for action, a strategy with a focus on the cause.

### INTRODUCTION

Overpopulated, congested, polluted, and inefficient can fairly describe the city of Greater Cairo (GC). This Egyptian Capital is the largest city in Africa and the Middle East. GC is governed by 3 different administrative bodies, Cairo, Giza, and Qalubia governorates. The inhabited area of GC is approximately 290,000 hectares. Cairo represents 119,600 hectares (41%), Giza is 92,000 hectares (34%), while Qalubia represents the remaining 25%.

Average density is estimated at 230,000 persons per sq. km. It is one of the most densely developed cities in the world. In Cairo governorate density increased at a rate of 20% from 1976 to 1986. In 1976 density was approximately 23688 person/sq. km, while in 1986 the figure reached 28258 person/sq. km. In Giza governorate density during the same period increased at a rate of 53% (from 2248 person/sq. km in 1976 to 3496 person/sq. km in 1986.) In Qalubia, density increased at a rate of 100% during the same period.

GC is governed by three different administrative bodies: Cairo, Giza, and Qalubia governorates. The city's population is currently estimated at 12 millions. Fast growing population intensifies the problem of scarce resources.

A manifestation of this dilemma is clearly reflected in the city's transportation sector. The poor transportation system not only had stifled economic growth but had crippled social and political development as well.

What are the real reasons that led to the current crisis? Is it possible to solve those problems with the available means?

In attempting to answer these questions, studying the causes separately from the symptoms is crucial. Nowadays, Cairo's problems seem to overwhelm policy makers to the extent that Millions of much needed dollars are spent annually on providing remedies to a symptom while the real cause is left untreated. It is only by curing the cause, rather than the symptom, that effective solutions can be formulated.

### CAUSES OF THE PROBLEM

#### 1- Fast -Growing Population

This is probably the most powerful contributor to the problem. Enforced mainly by a harsh geography, an extreme unbalance between populated and unpopulated areas was created. Only 3.84% of Egypt's land is habitable and 90% of the population live on this area. Urban growth is constrained by geographic barriers which resulted in large areas of the city having extremely high population densities.

Cairo's population grew from 681,000 in 1907 to 1.3 millions in 1937. Annual growth rate was estimated at 2.2%. This rate skyrocketed to 4.1% by 1960. When population figures reached 6.2 millions in 1969, then 6.793 millions in 1976 and 8.762 millions in 1986. In the year 2000 this figure is expected to reach 16.5 millions.

#### POPULATION GROWTH IS DUE TO 2 FACTORS:

- a- Natural increase accounts for more than half 56% of Cairo's rapid uncontrolled growth.
- b- Migration accounts for the remaining 44% of



make any confusion with the environmental requirements, and comfort living, e.g. as shown in fig. 13.

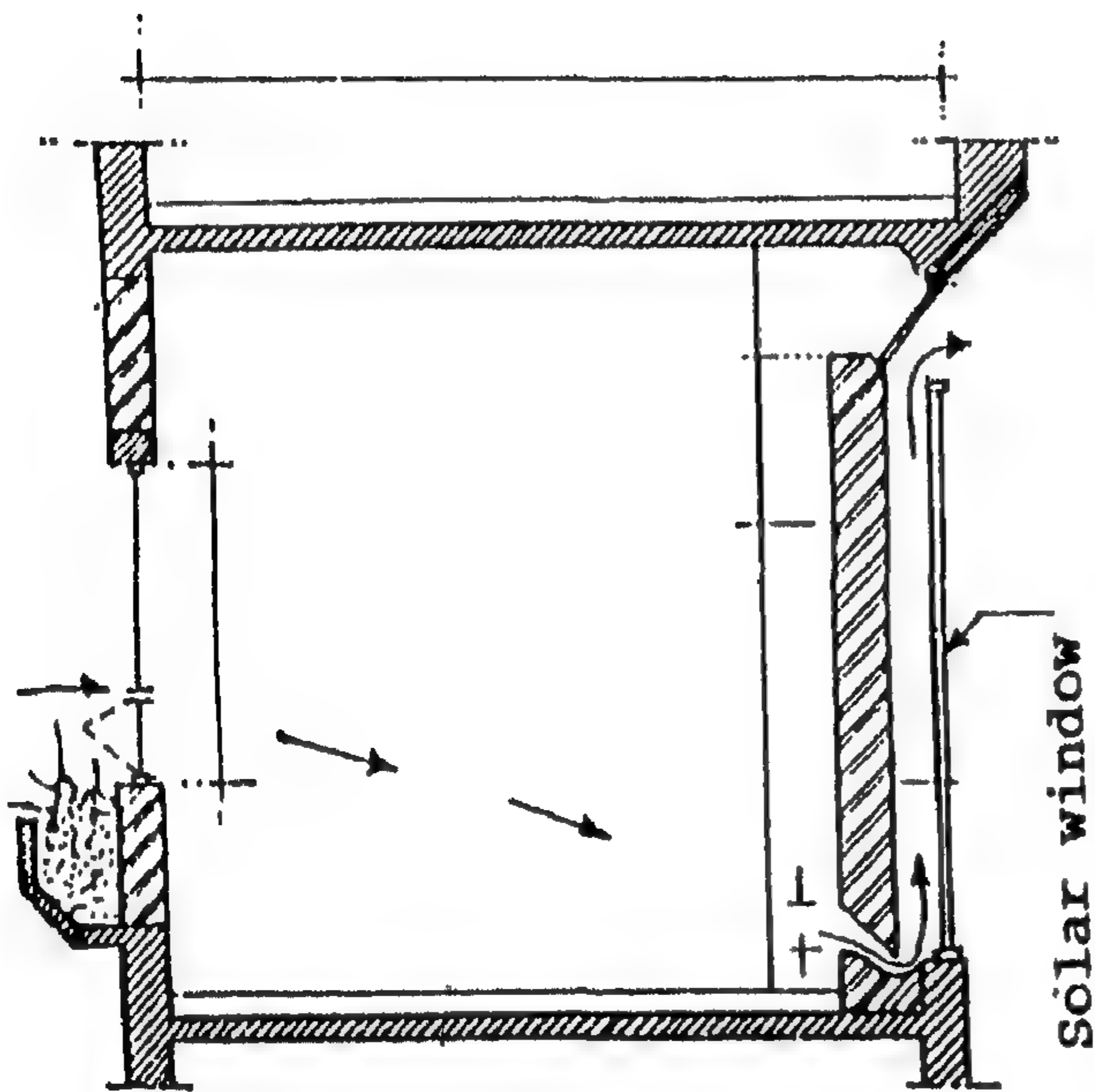


Fig. 11

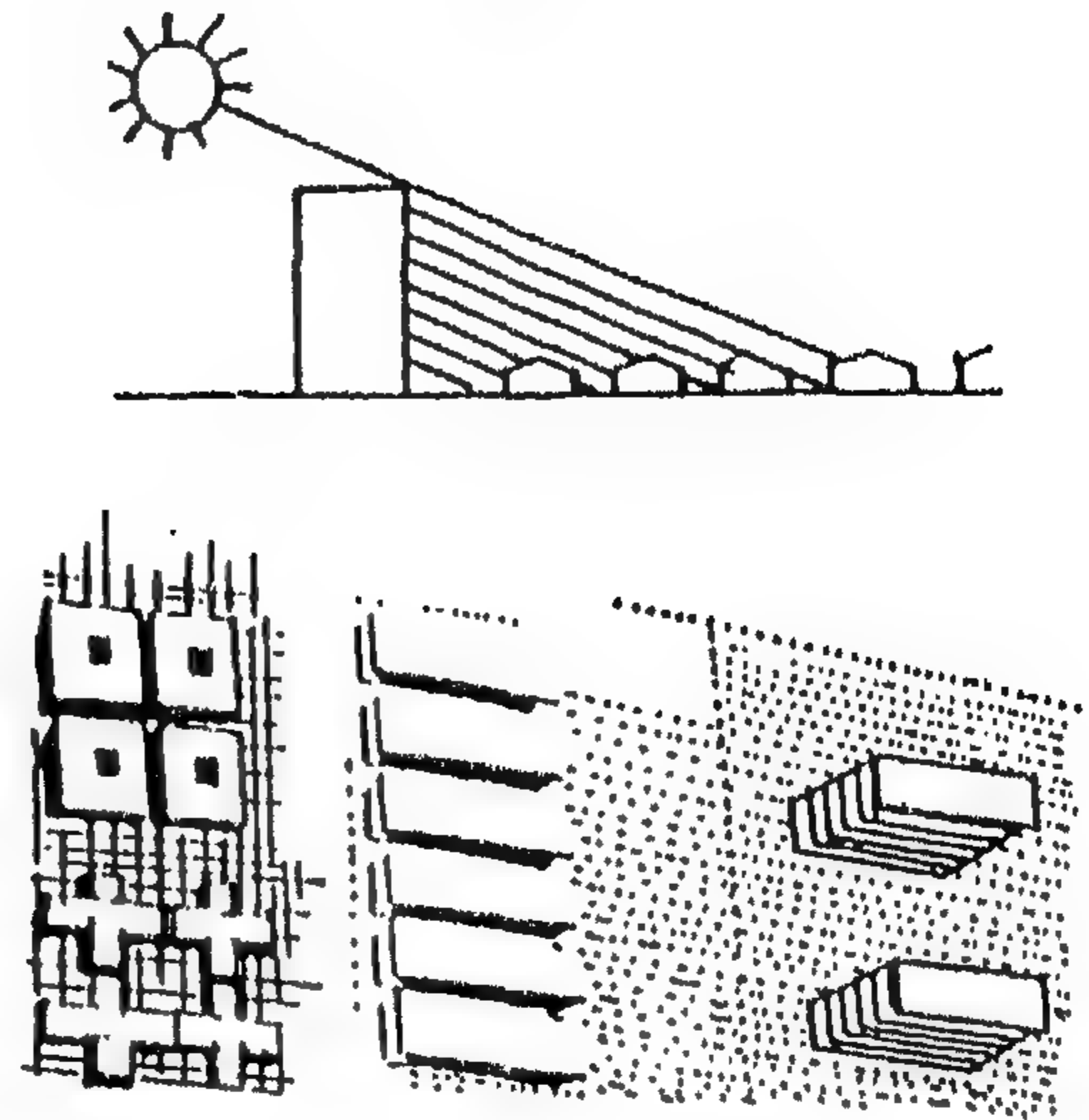


Fig. 12

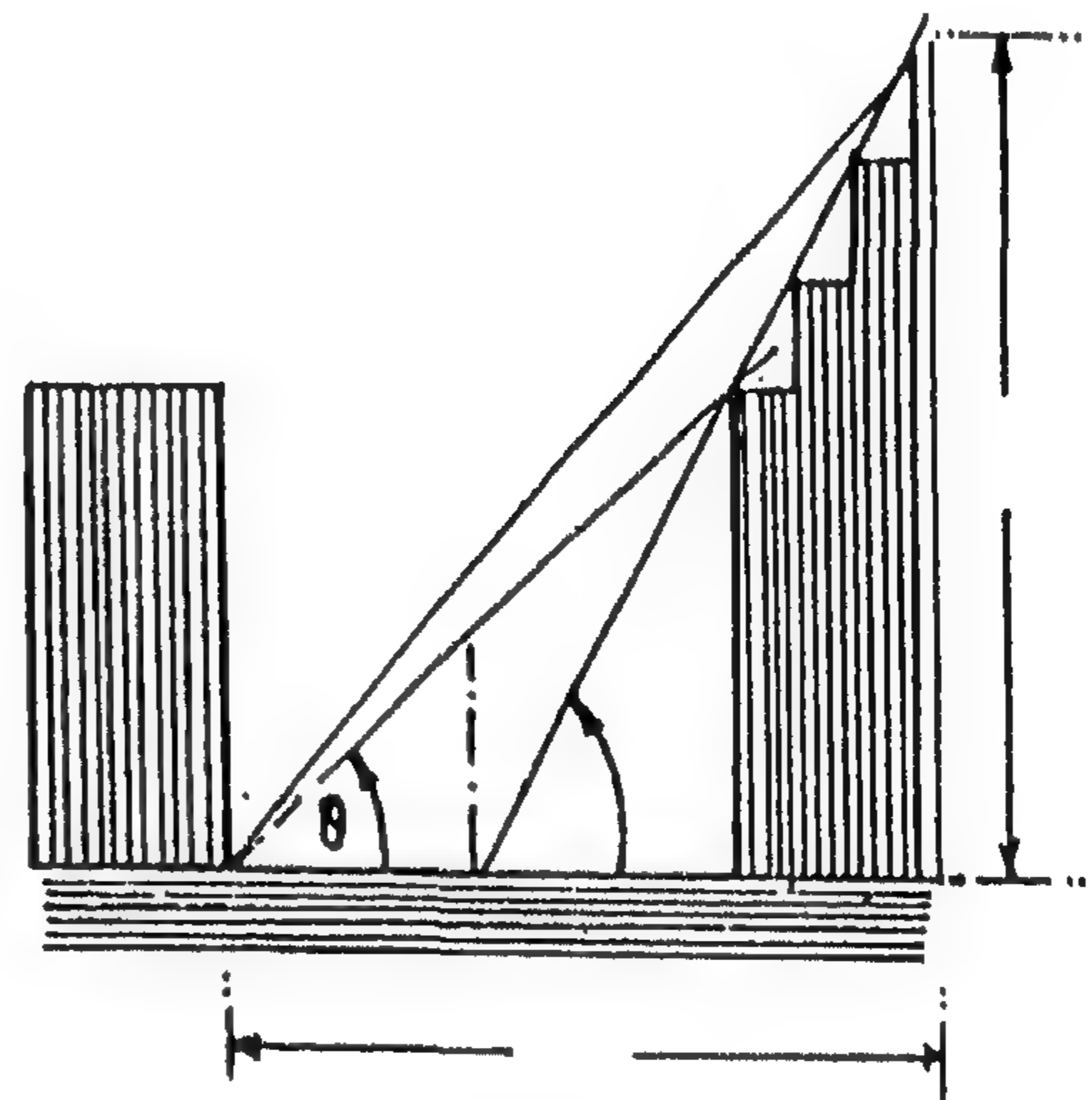


Fig. 13

## REFERENCES

- [1] P.Moon, "The Scientific Basis of Illuminating Engineering" McGraw Hill, Inc., 1936.
- [2] M.K. Gohar, M.S. Yousef, and M.S. Hanafy, "Proposal for a New Community Town Planning Depending on the Natural Resources and Environmental Services", Technical and Scientific Series, 1991.
- [3] E. Mazria, "The Passive Solar Energy Book," Rodale Press, 1979.
- [4] A.J. Davis and R.P. Schubert, "Alternative Natural Energy Sources in Building Design, (Book), Van Nostrand Reinhold Co., 1981.

through the window :

$$W = D [\tan \theta_s - \tan \theta_w] \quad (3)$$

$$A = D \tan \theta_w \quad (4)$$

Figure 7 shows how to use deciduous trees to give the required shade during summerdays ( Fig. 7a ); while they permit solar energy to pass during winter times as their leaves will fall during such a time ( Fig. 7b ). Another different application of a direct solar gain concept shown in Figs. 8 and 9 for the Maxamillian's Restaurant [3] , where the solar skylights could supply a major portion of its winter heating needs and a natural cooling to meet its summer cooling loads.

Summer Sun

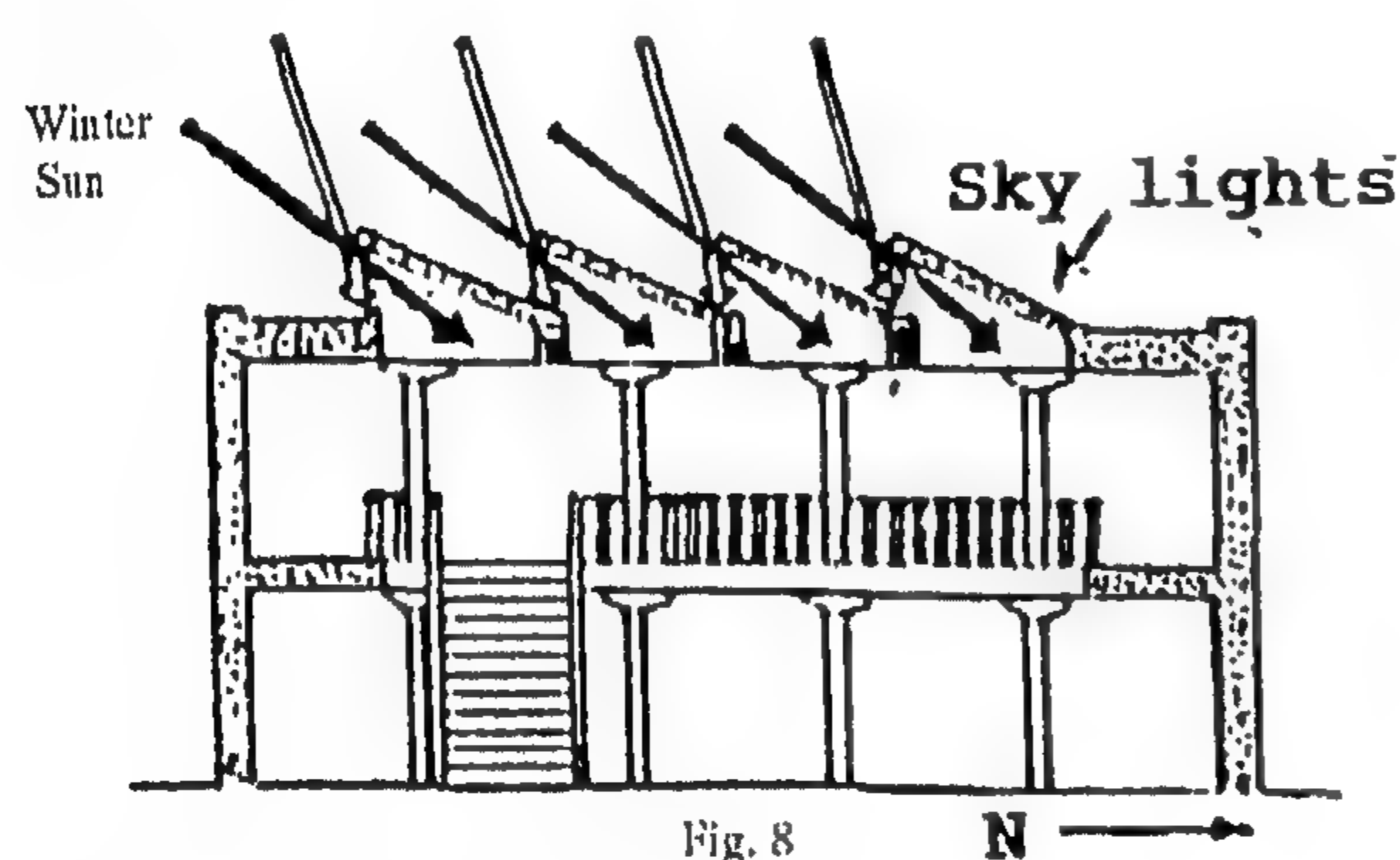


Fig. 8

### c) Ventilation and Cooling

Ventilation conditions inside a building have direct influence on the health, comfort, and well being of the occupants. Referring to Fig. 9 it has been indicated that the air flow within an internal space due to the thermal forces caused by temperature gradients between indoor and outdoor air is given by equation (5) [4]

$$Q = KA H(\theta_i - \theta_o) \quad (5)$$

Where :  $Q$  = rate of air flow ,  $A$  = area of inlet ,  $H$  = height between inlet and outlet ,  $\theta_i$  = average temperature of indoor air at height "H" ,  $\theta_o$  = temperature of outdoor air ,  $K$  = a value dependent upon outlet to inlet relationship .

As shown in fig . 10 convenient types of trees and shrubs placed at proper distances could be used to control the air flow passing in or by passing the building under consideration . In such case , the following advantages could be gained :

- 1- The air will be cooled when it passes by the shades of the trees before it passes through the building .
- 2- Trees are one of the practical and convenient means used to purify polluted air .

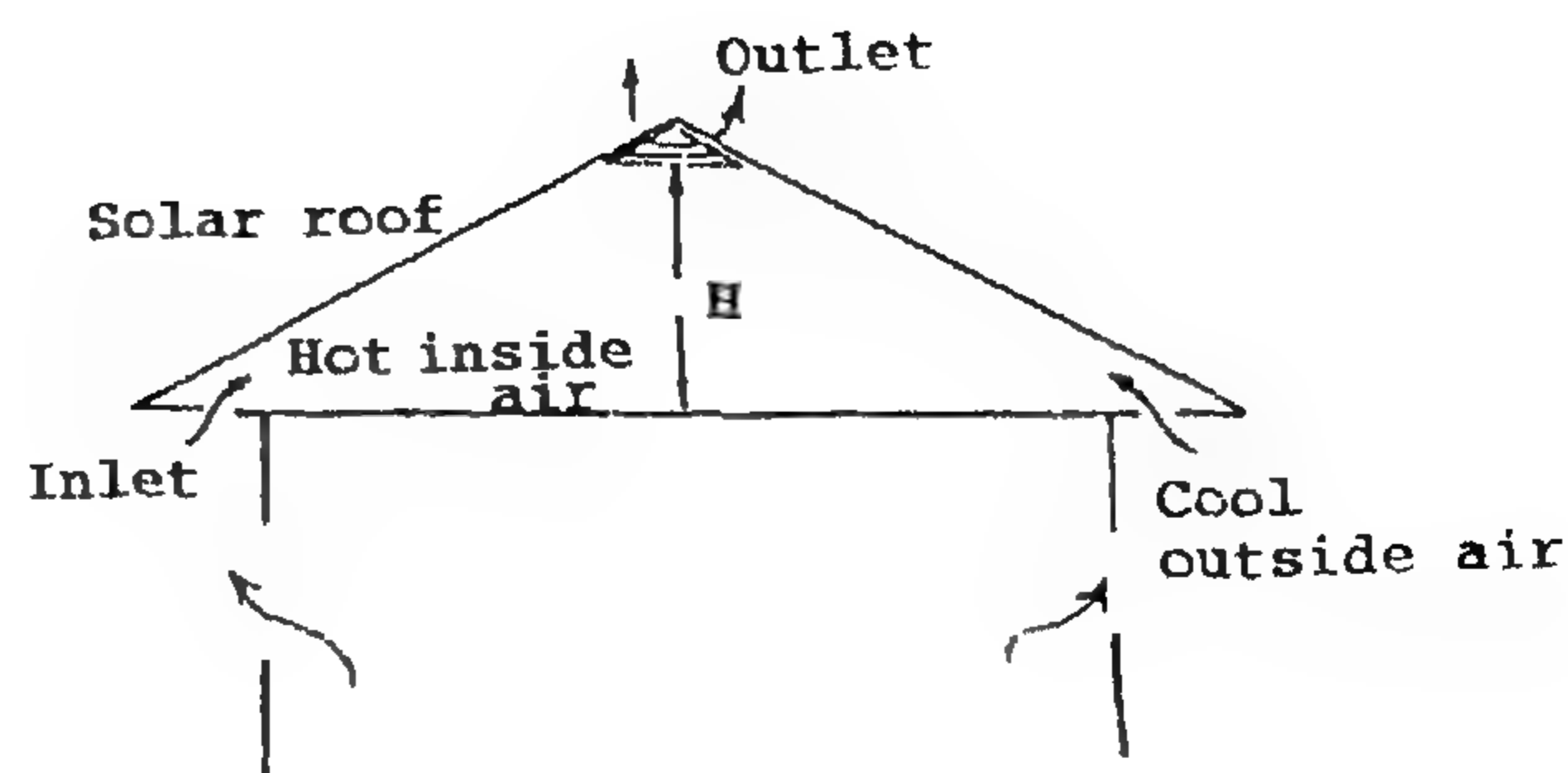


Fig. 9 a.

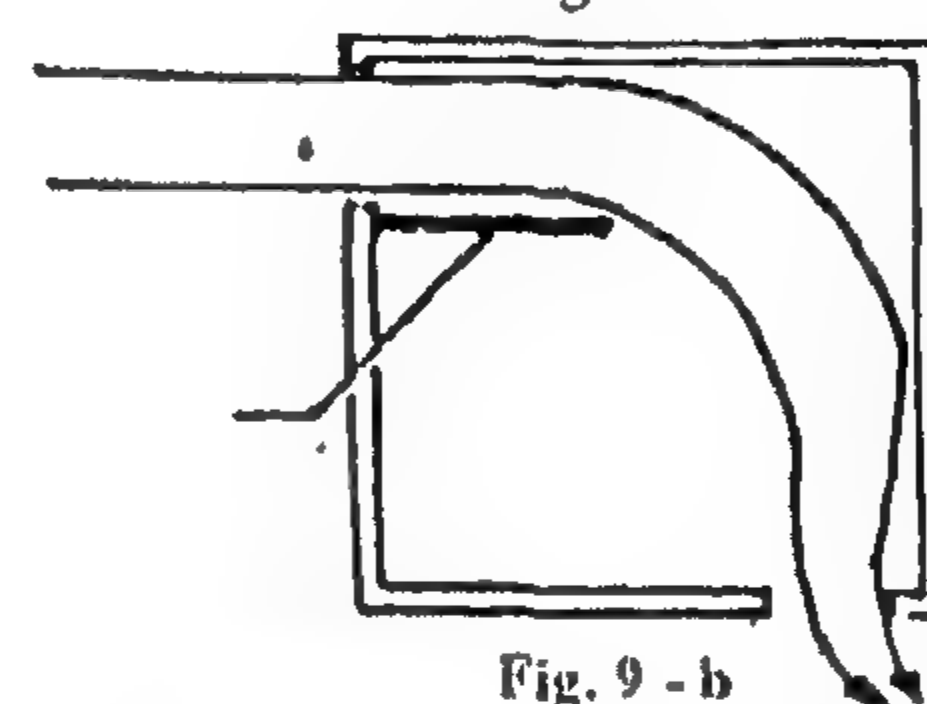


Fig. 9 - b

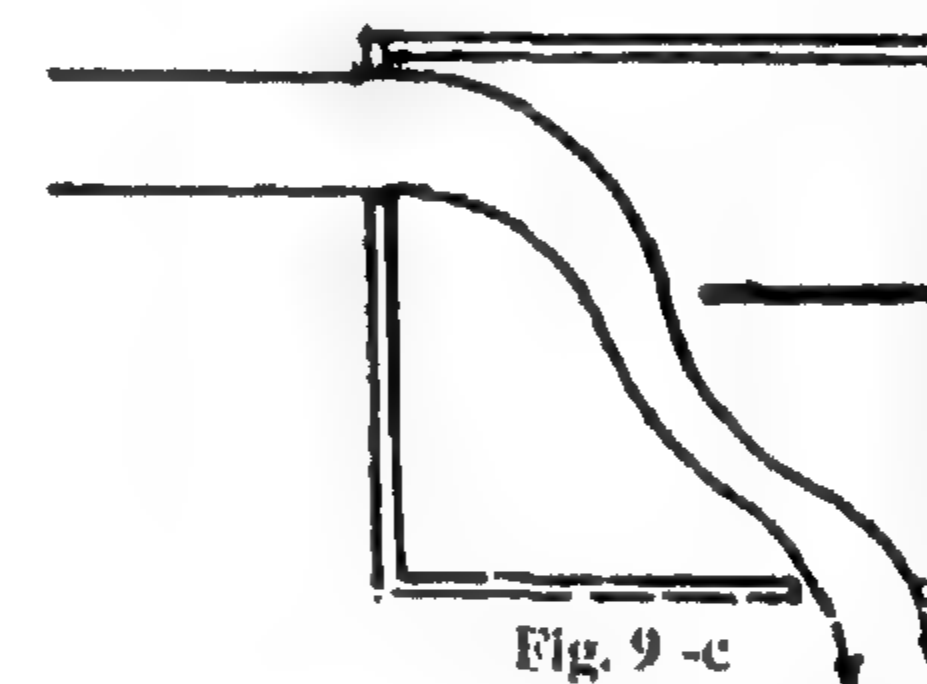


Fig. 9 - c

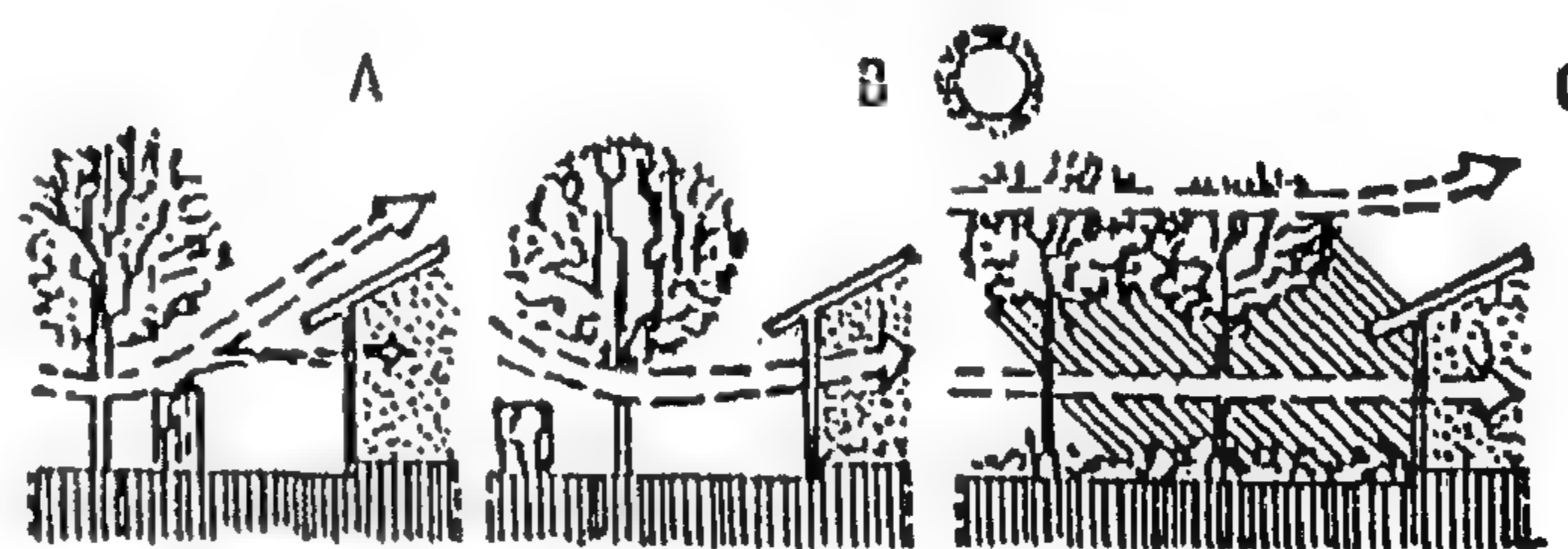


Fig. 10

- 3- some types of trees or shrubs which have a nice smell could be used to improve the quality of air used for ventilating the building . (see for example fig. 11)

### TOWN BUILDING PLANNING

Referring to fig. 12 it could be seen that natural daylight passing through the windows may be altered according to the arrangements of the neighbouring buildings , so the buildings in the site under consideration should be constructed within certain rules and town planning regulations demonstrating the admitted shapes , heights , arrangements and separation distances between the buildings which will not



$$\frac{E_y}{L} = \frac{1}{2\pi} [\beta - \beta_1 - \cos \gamma] \quad (2)$$

Equations (1 and 2) are found to be in good agreement with the experimental results when applied to room "A" in the Faculty of Engineering, Cairo, University as shown in Fig. 4 of size 7 x 6.5 x 4.5m and naturally illuminated by the two Windows W1 and W2, of dimensions 1.2 x 2.5 m each. L1, L2, L3 and L4 are four similar fluorescent lamp fittings, each fitting has three fluorescent lamps of 40 W each, used for artificial lighting.

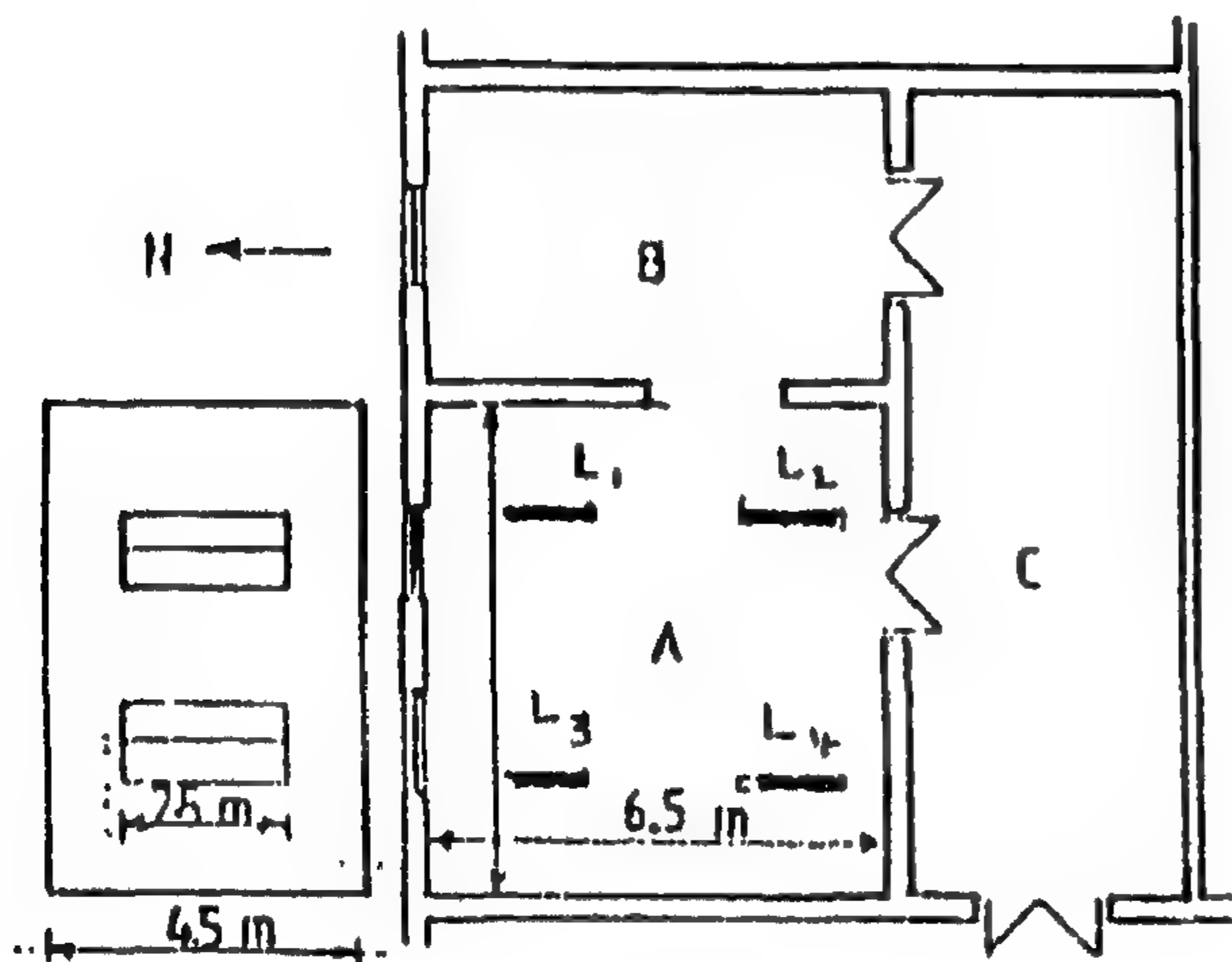


Fig. 4

Knowing the variation of the natural luminosity applied to the room for clear days during a whole year, and for illustration, if it is required to illuminate a horizontal plane 0.9m above the floor with illumination not less than 120 lux, we find that by controlling the artificial light to match with the natural light in the room during day times (between 9.0-1.7 O'clock), 38% of the electric energy consumed by the electric lamps will be saved per year with respect to the electric consumption if the natural daylight is not considered [2].

N.B. the above mentioned results will be affected if the shapes or dimensions of the windows are changed leading to a change in the daylight distribution inside the room as shown in Fig. 5.

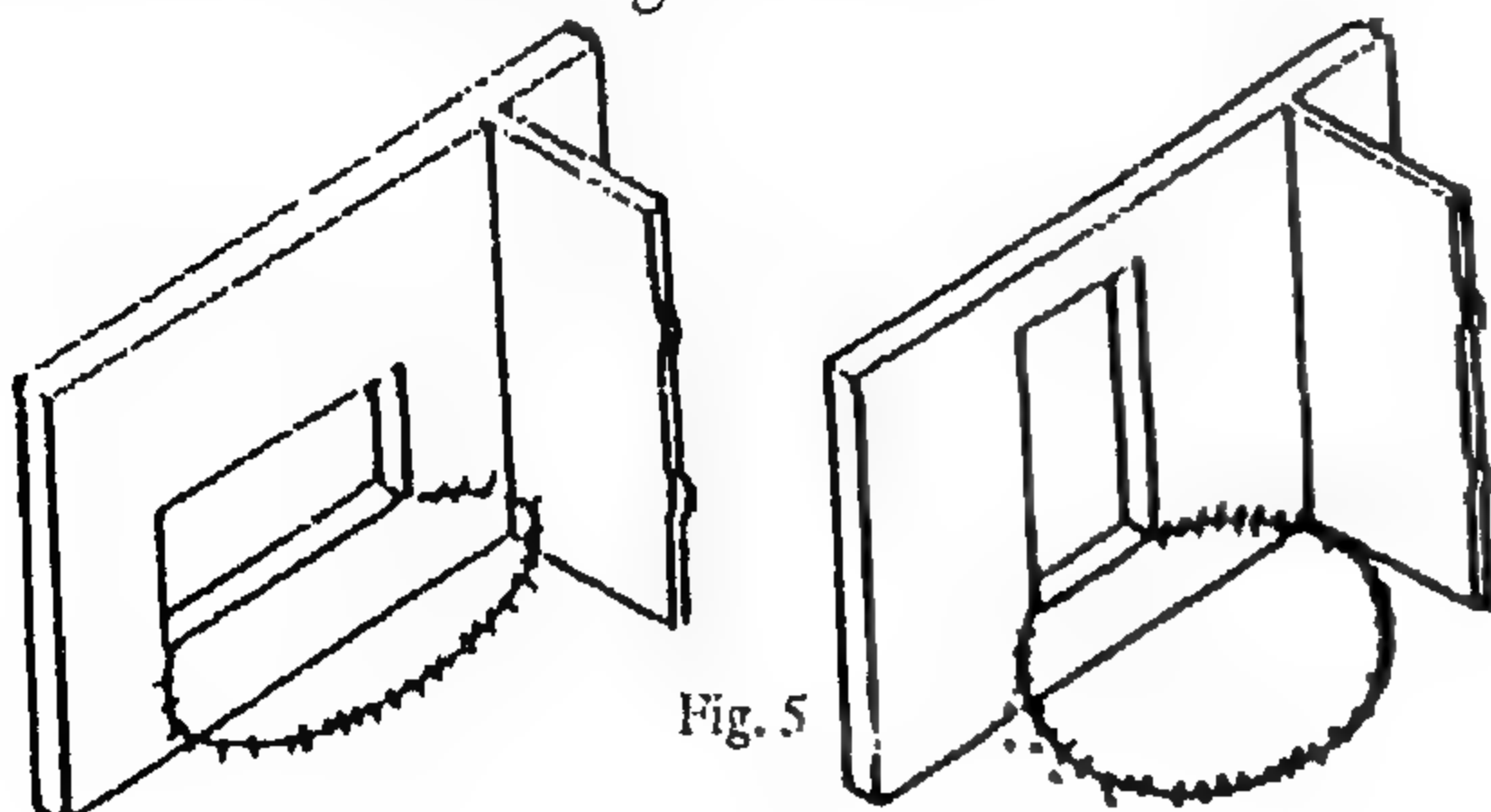


Fig. 5

### b) Heating and Shading

Knowing that the window could be a source of both daylight and heat energy as well, a good design for the window is to give the required daylight without exceeding the temperature in the room above the permissible limit. In this respect adjustable shading is recommended, two types of which are shown in Figs. 6 and 7.

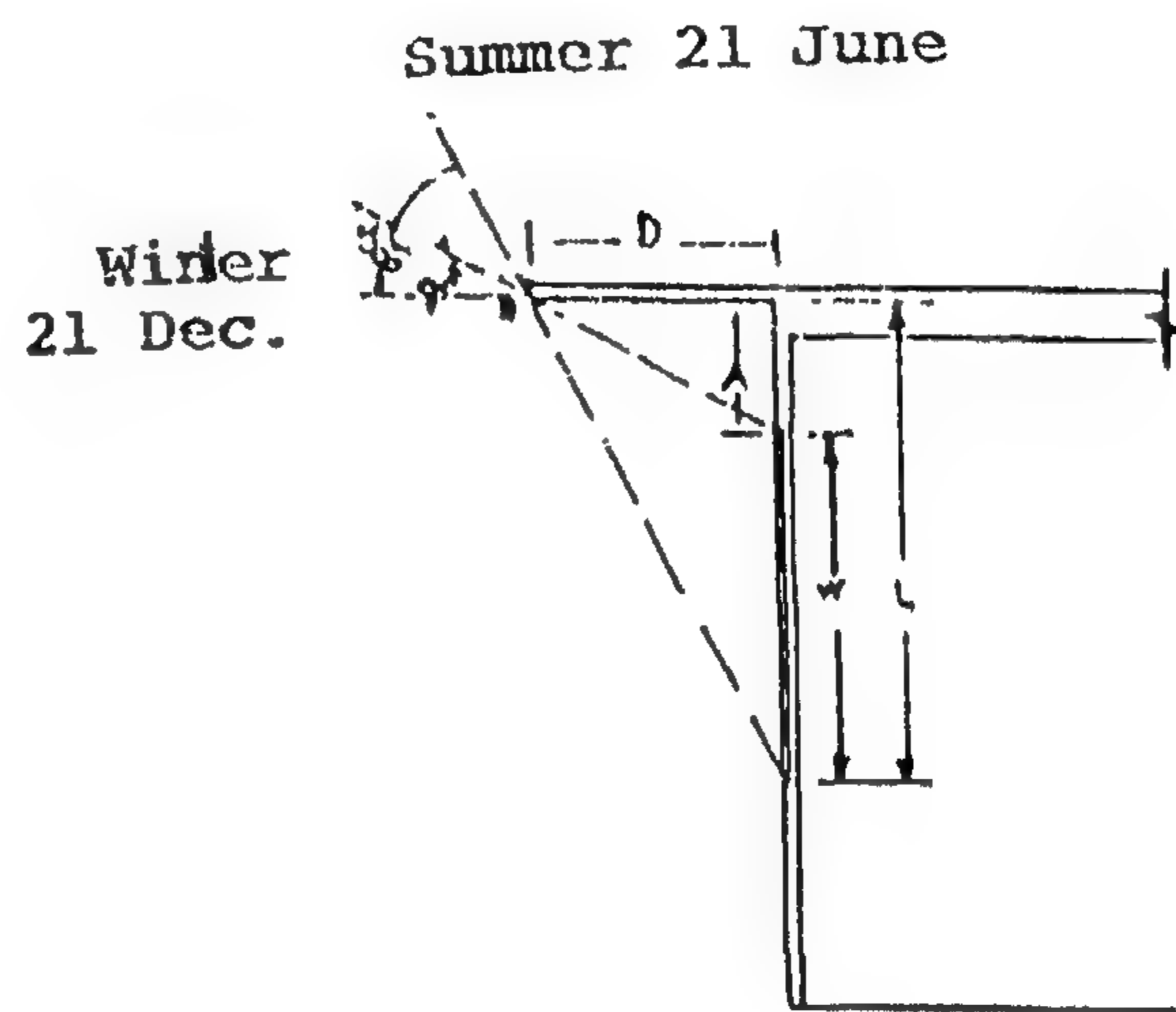


Fig. 6

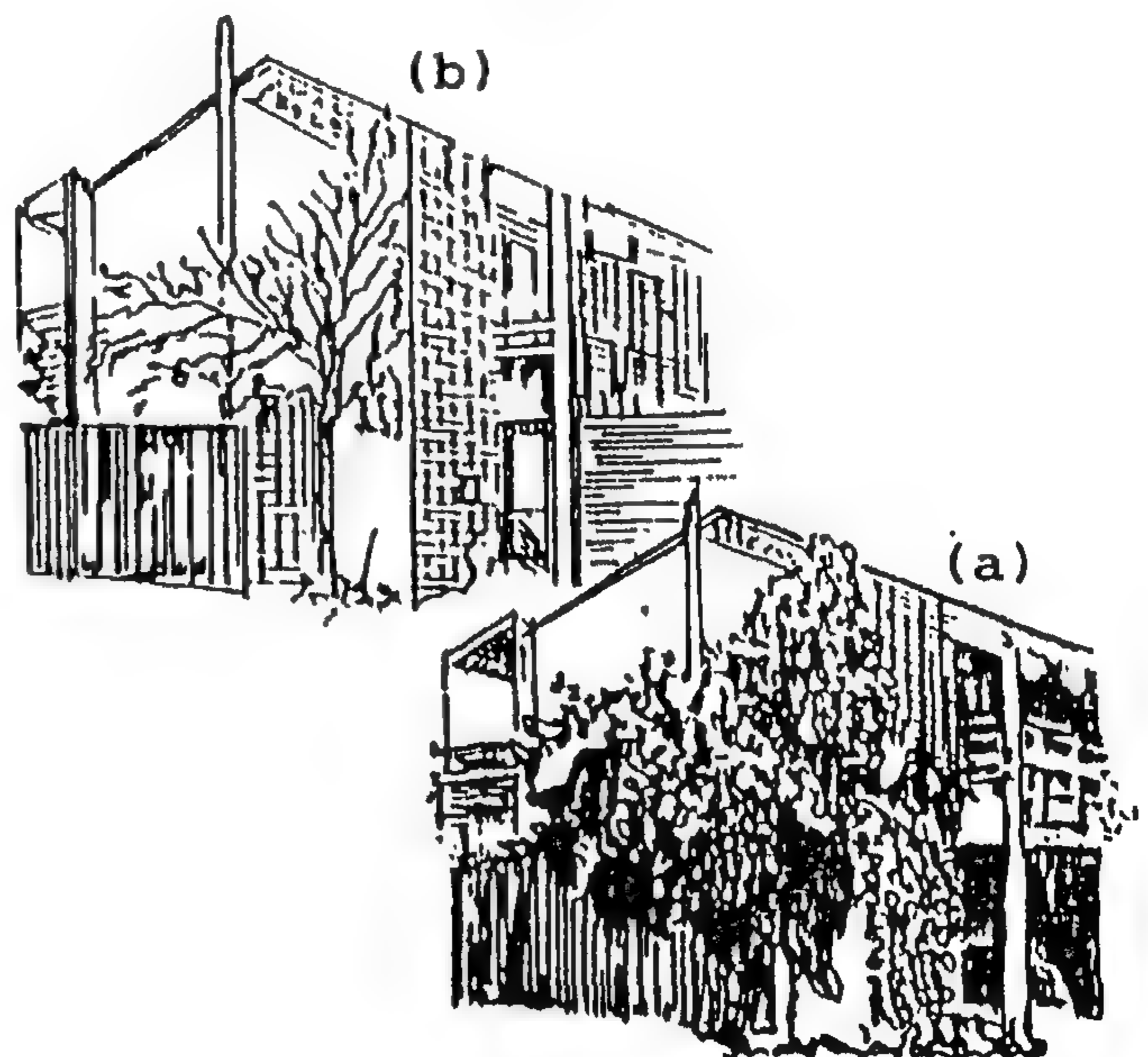


Fig. 7

Referring to Fig. 6 and equations (3 and 4), the window of height "W" permits solar energy to pass in the room during winter days when the sun elevation angle  $\theta_w$ ; while during summer days when the sun elevation angle  $= \theta_s$  the overhang roof of length "D" will prevent direct solar energy to pass inside the room

# NATURAL AND INNOVATED HEATING AND VENTILATING SYSTEMS APPLIED TO BUILDINGS IN RURAL AND ISOLATED AREAS

By  
M. Kamal Gohar\* and Fatma A. Mohamed\*\*

## ABSTRACT

This paper describes methods that could be applied conveniently in rural and isolated areas to achieve comfort living with low cost efficient passive energy systems, using simple devices.

Some study cases and test results are presented here to illustrate :

- I ) The essentials of town building planning together with the proper building clusters, arrangements, window design . . . etc to make the best use of the natural daylight, ventilation and solar energy for different types of buildings.
- ii) The advantages of using shrub and trees to improve the climate conditions and other architectural applications in the site under consideration . Examples of selecting the suitable types and dimensions of windows, trees and building arrangement for different applications are shown in this paper, which may be taken as guide to be followed when studying other similar cases.

## WINDOW DESIGN

### a) Daylight and Seeing

Daylight is the best type of light radiation energy distribution for illumination, so that we have to utilize it for illumination up to the best, in addition to its advantage in reducing the consumption of the fuel energy needed to operate the artificial lighting systems during day times.

In this respect the following factors should receive considerable attention clarified as follows :

### i) Window location

Referring to Fig. 1, in order that the daylight rays could fall properly on the surface of the desk, the location of the window shown in Fig. 1a will be more suitable the location shown in fig. 1 b. Similarly Fig. 2. than the correct locations of the window to give the best outside view for the persons sitting or standing in the room.

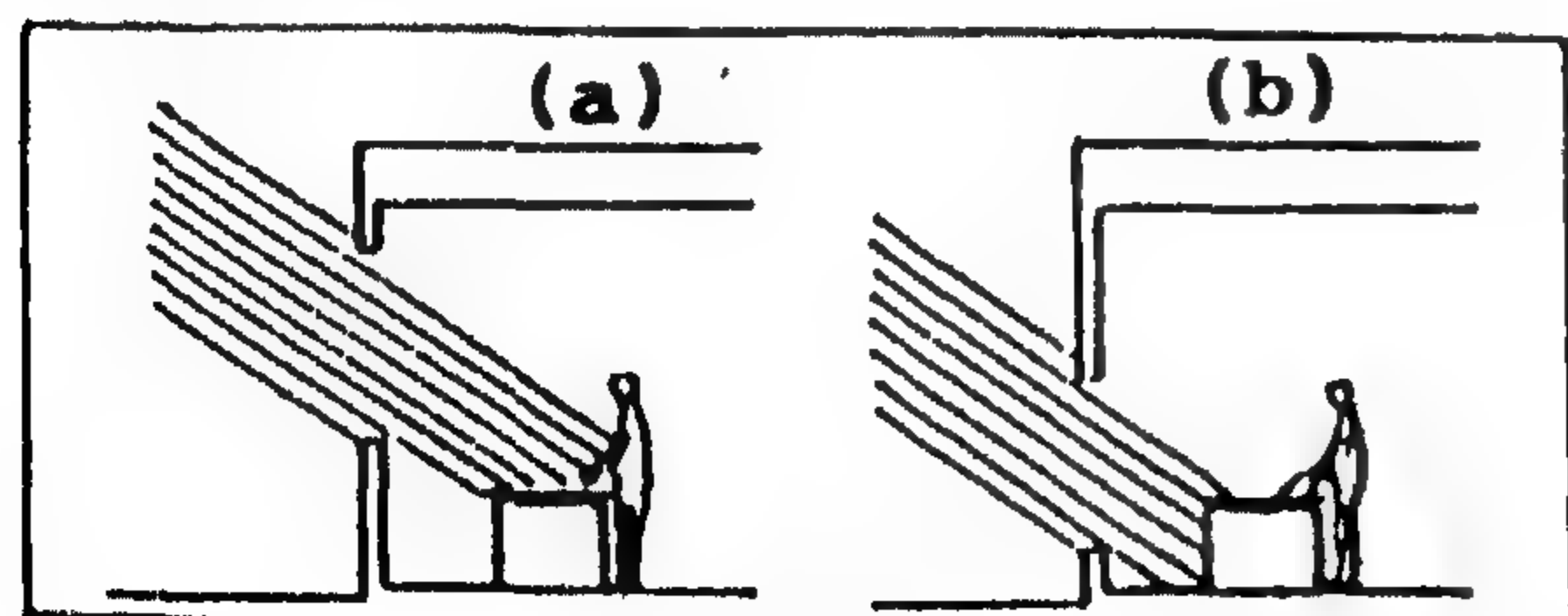


Fig. 1

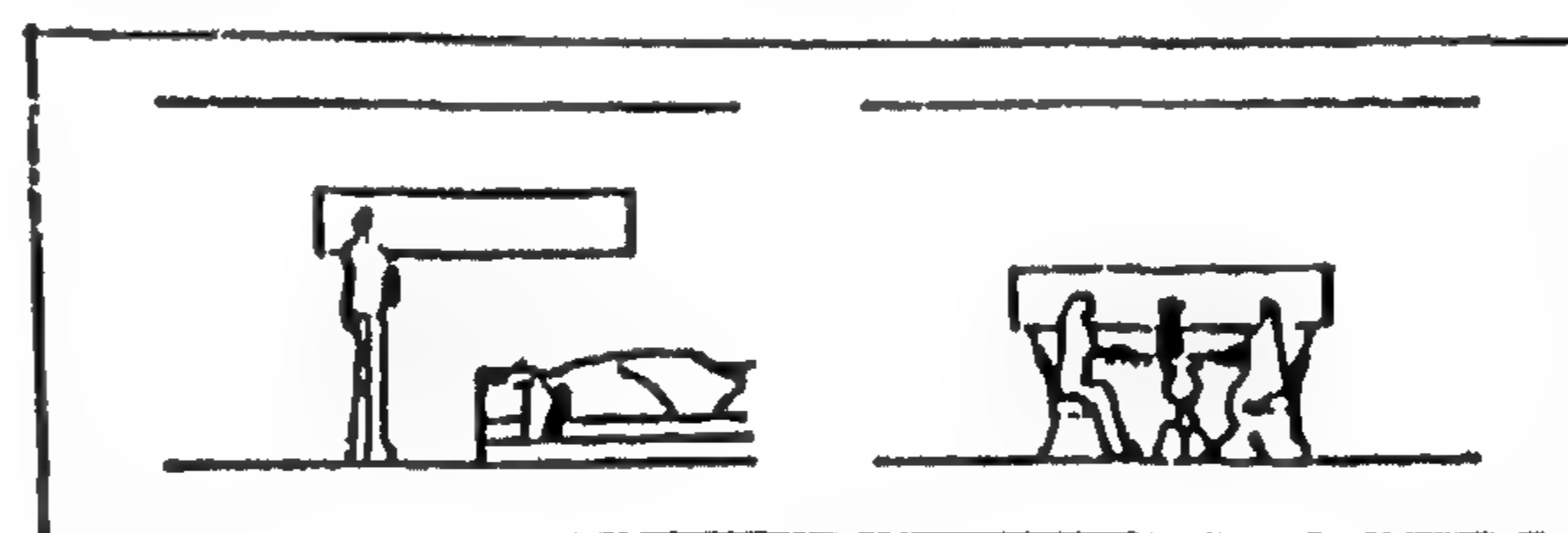


Fig. 2

### ii) Window Dimensions :

Referring to Fig. 3, assuming a window of uniform luminosity source "L", the illumination per unit luminosity source in a plane parallel to the source  $E_z/L$  is given [1] by equation (1).

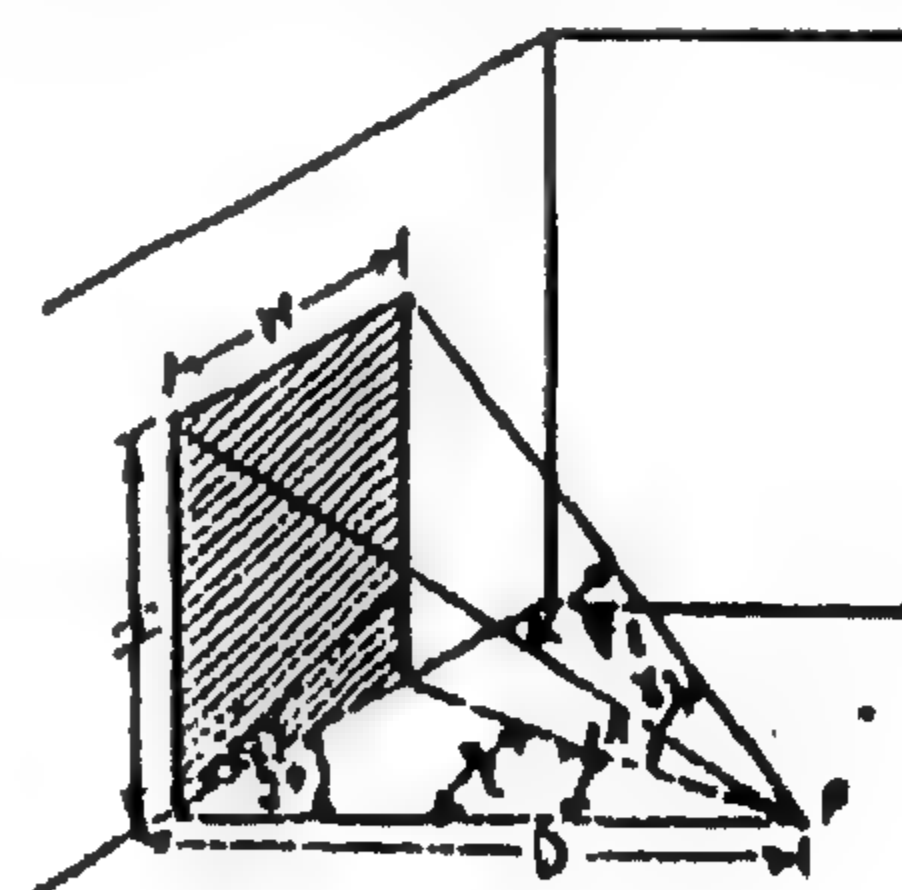


Fig. 3

$$\frac{E_z}{L} = \frac{1}{2\pi} [\beta_1 \sin \gamma + \gamma_1 \sin \beta] \quad (1)$$

and for a plane perpendicular to the source

$\frac{E_y}{L}$  is given by equation (2)

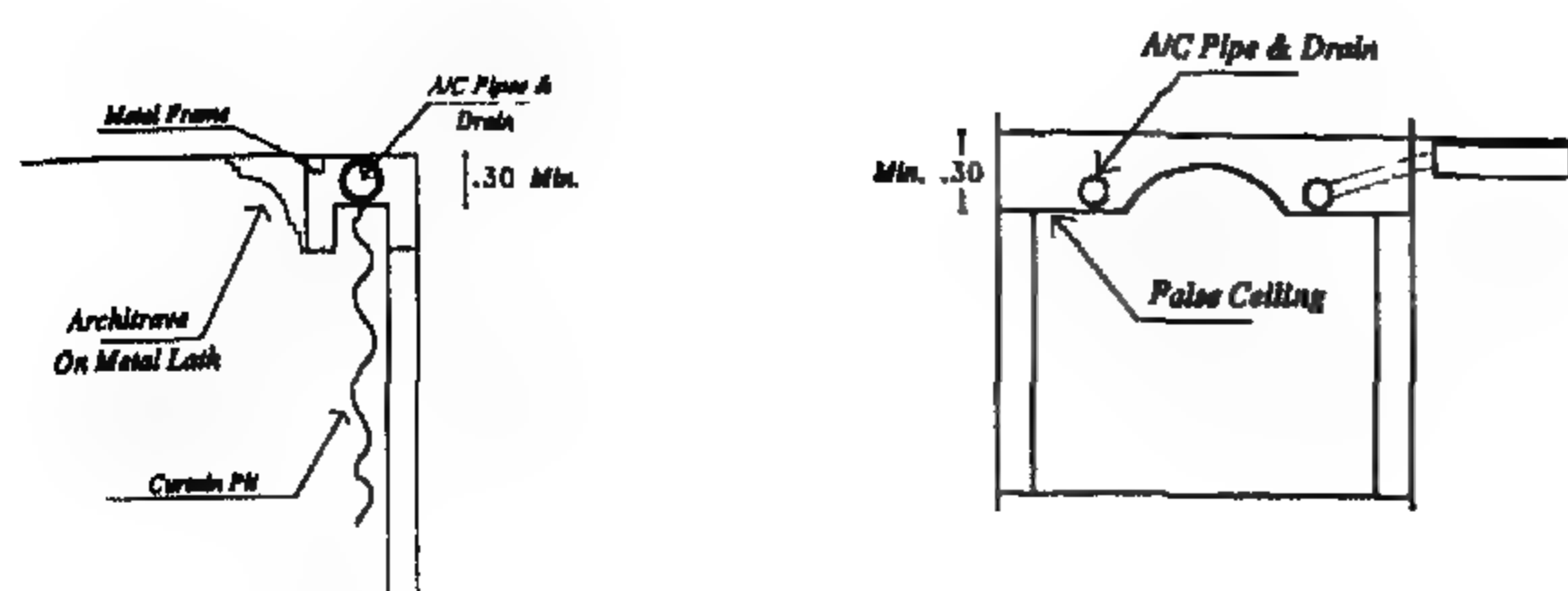
\* Cairo University, Faculty of Engineering, Cairo, Egypt.

\*\* National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.



## REFERENCES

- Ambrose, J.; *"Building Construction and Design"*, Van Nostrand Reinhold, NY, USA (1992).
- Blanc A.; *"Internal Components"*, Mitchell's Building Series, Longman Scientific and Technical, Essex, England (1994).
- Bovill, C.; *"Architectural Design; Integration of Structural and Environmental Systems"*, Van Nostrand Reinhold, NY, USA (1991).
- Haines, R. & C. Wilson; *"HVAC Systems Design Handbook"*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc., NY, USA (1994).
- McEvoy M.; *"External Components"*, Mitchell's Building Series, Longman Scientific and Technical, Essex, England (1994).
- Miraco Technical Data Catalogue, *"Split and High Wall Models"*, Misr Air Conditioning Mfg. Co., Cairo, Egypt (1995).
- Porges, P.; *"HVAC Engineer's Handbook"*, Ninth Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, England (1991).
- Stanford, H.; *"Analysis and Design of Heating, Ventilation and Air-Conditioning Systems"*, Prentice Hall, NJ, USA (1988).



Within ceiling architrave

Above false ceiling

Fig. 19- Detail of a conduit imbedded within ceiling architrave or above false ceiling.

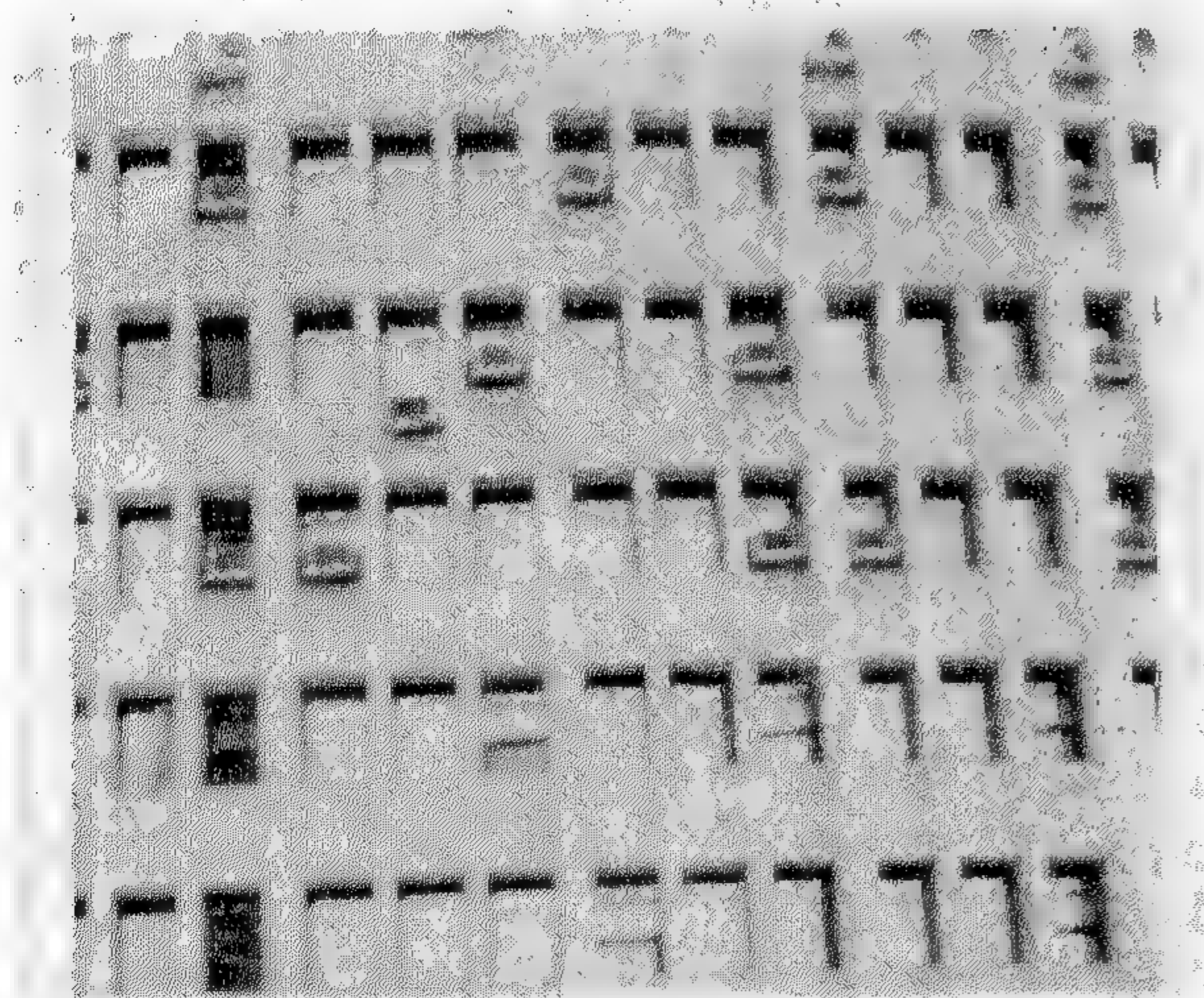
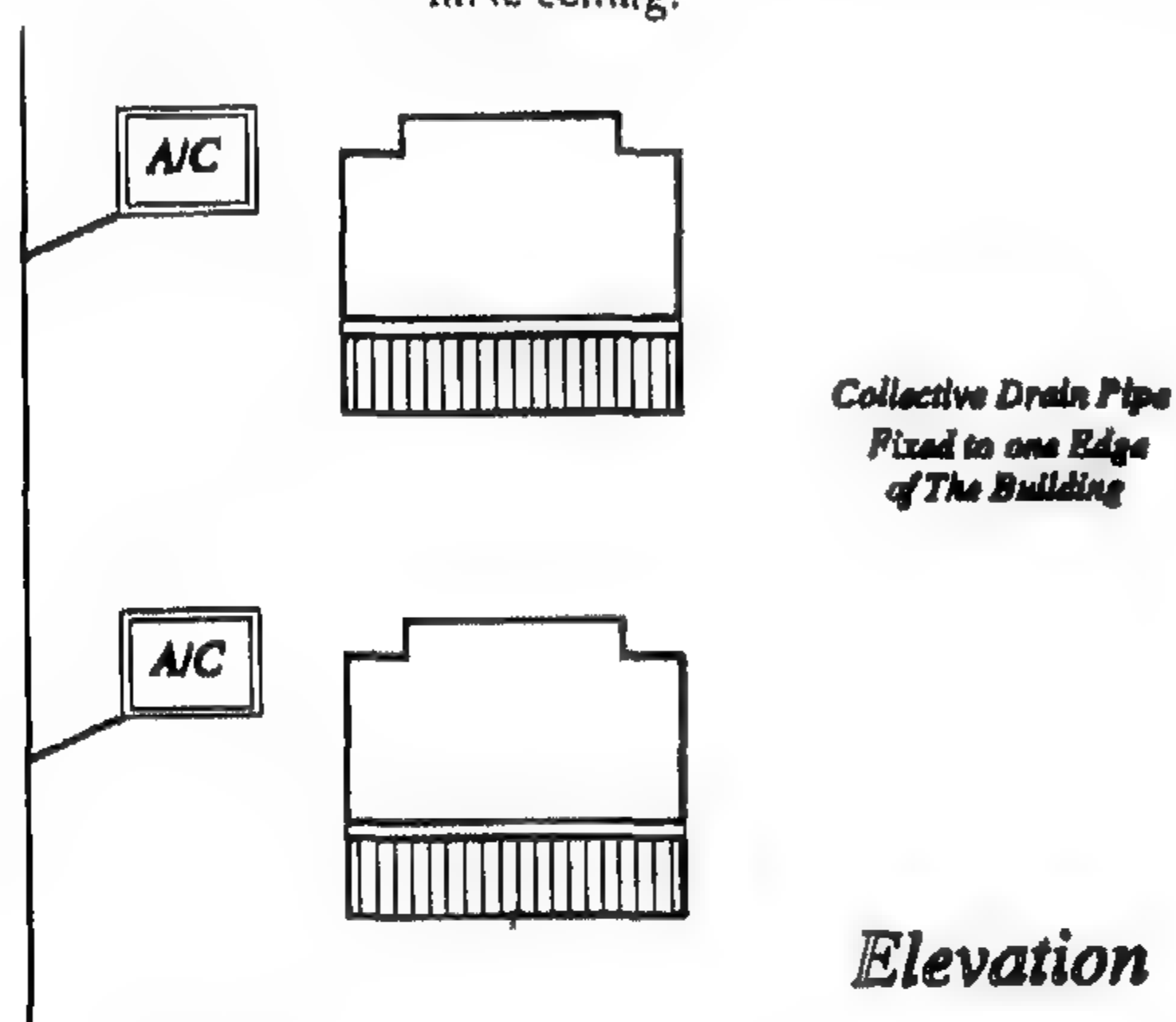


Fig. 20- An exposed drain system.

On the other hand, drains of split systems would be dependent on their type. Ceiling mounted fan coil units could drain to PVC pipes installed in a false ceiling of

an adjacent room. They could also be connected to drain pipes extending vertically inside wall and through flooring to the nearest sanitary connection. Wall and floor mounted units could be drained through pipes/hoses installed in the base boards, under flooring, or within double walls to the nearest drain spot.

In all cases, direction and slope of drain pipes must be carefully planned. Proper installation and workmanship is essential for prevention of future leakage problems.

## CONCLUSION

The purpose of this paper was to identify the architectural considerations associated with the installation of air-conditioning equipment on Egyptian apartment building facades. The current status of residential building facades illustrates the extent of the current problem. Air-conditioning equipment were haphazardly fixed on the facades of the majority of buildings creating a chaotic visual effect unrelated to original design.

In order to arrive at constructive solutions, available types of A/Cs were defined and their main characteristics were analysed. Various parameters which must be considered by architects for successful installation of the most commonly used types of A/Cs on their facades were discussed. These included the physical appearance of A/C units on facades, maintenance and operation requirements, as well as the methods used for condensed water drainage. Several directions were explored. These included the arrangements of the facades, and the provision of remote locations for fixation of condensing units. In addition, several details were devised in relation to the connection between the condensing and the fan coil units of split systems, and the condensed water drain requirements of A/C systems in general. They were introduced as examples which could be adopted in relevant conditions.

It is hoped that the survey presented in this paper would direct the attention of architects to the current problem. Furthermore, it is hoped that the suggested solutions and details would pave the way for the production of innovative details by architects in their own designs. This would contribute positively to our cityscape.



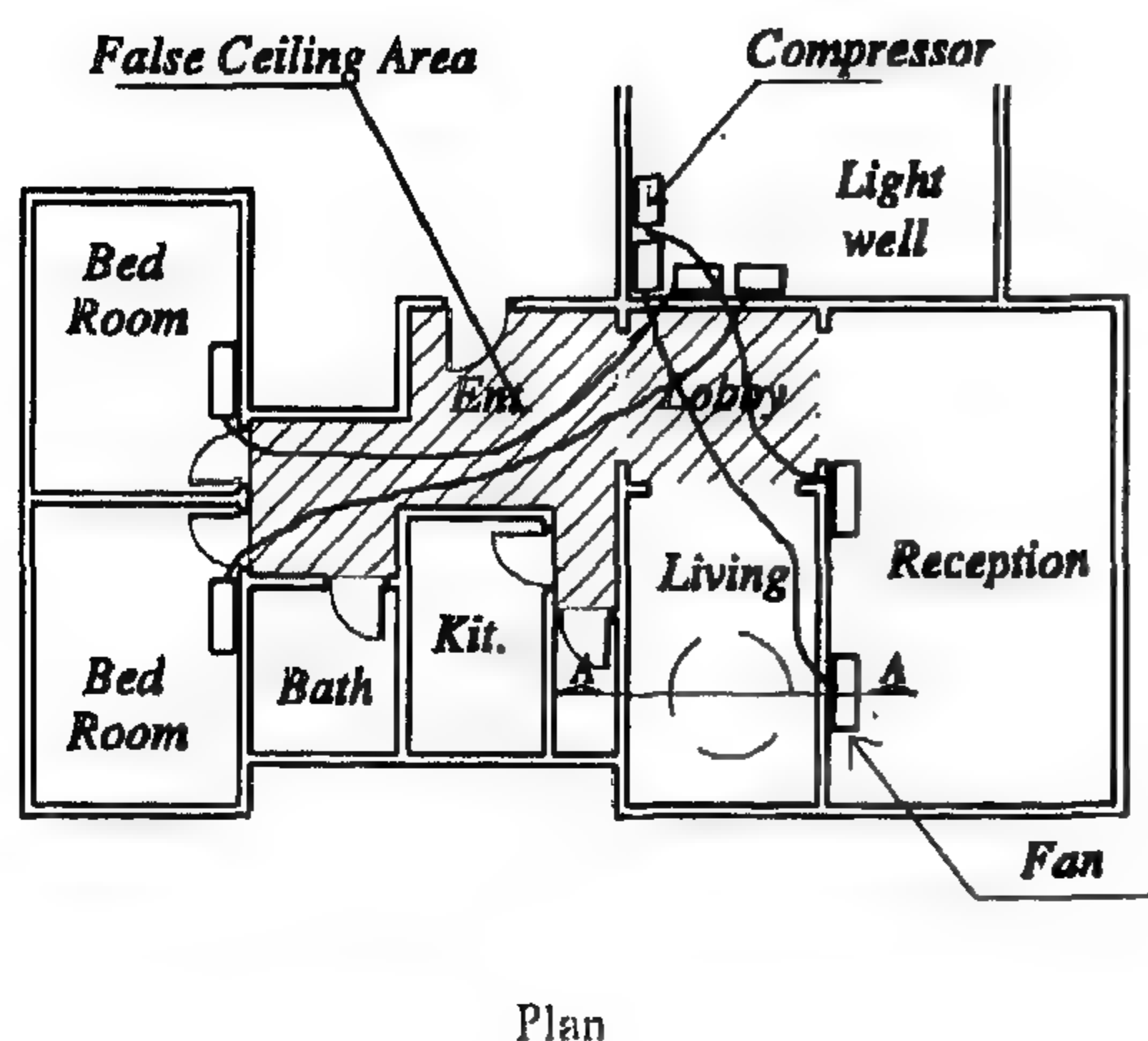


Fig. 15- Condensing units' installation on walls of light wells.

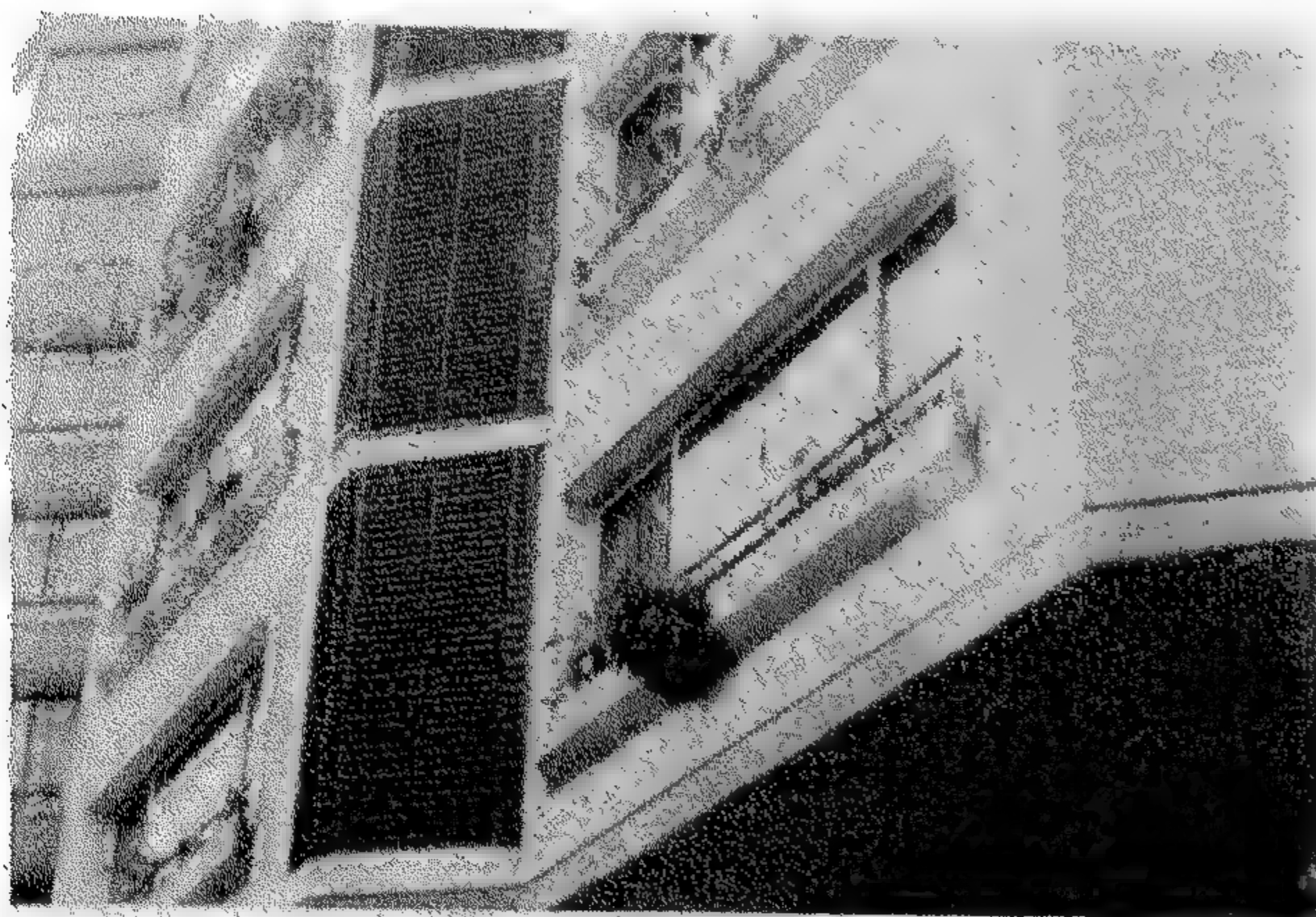


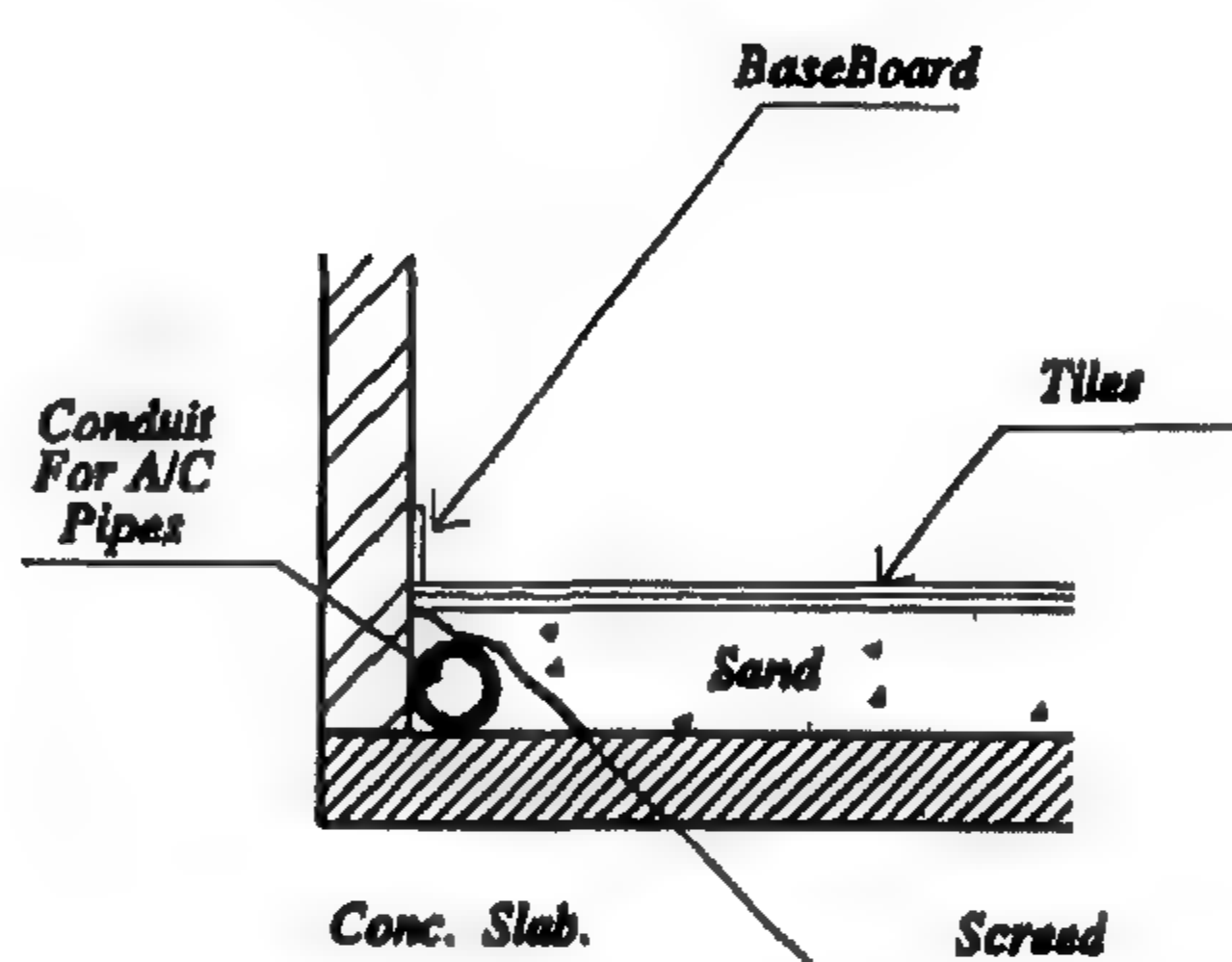
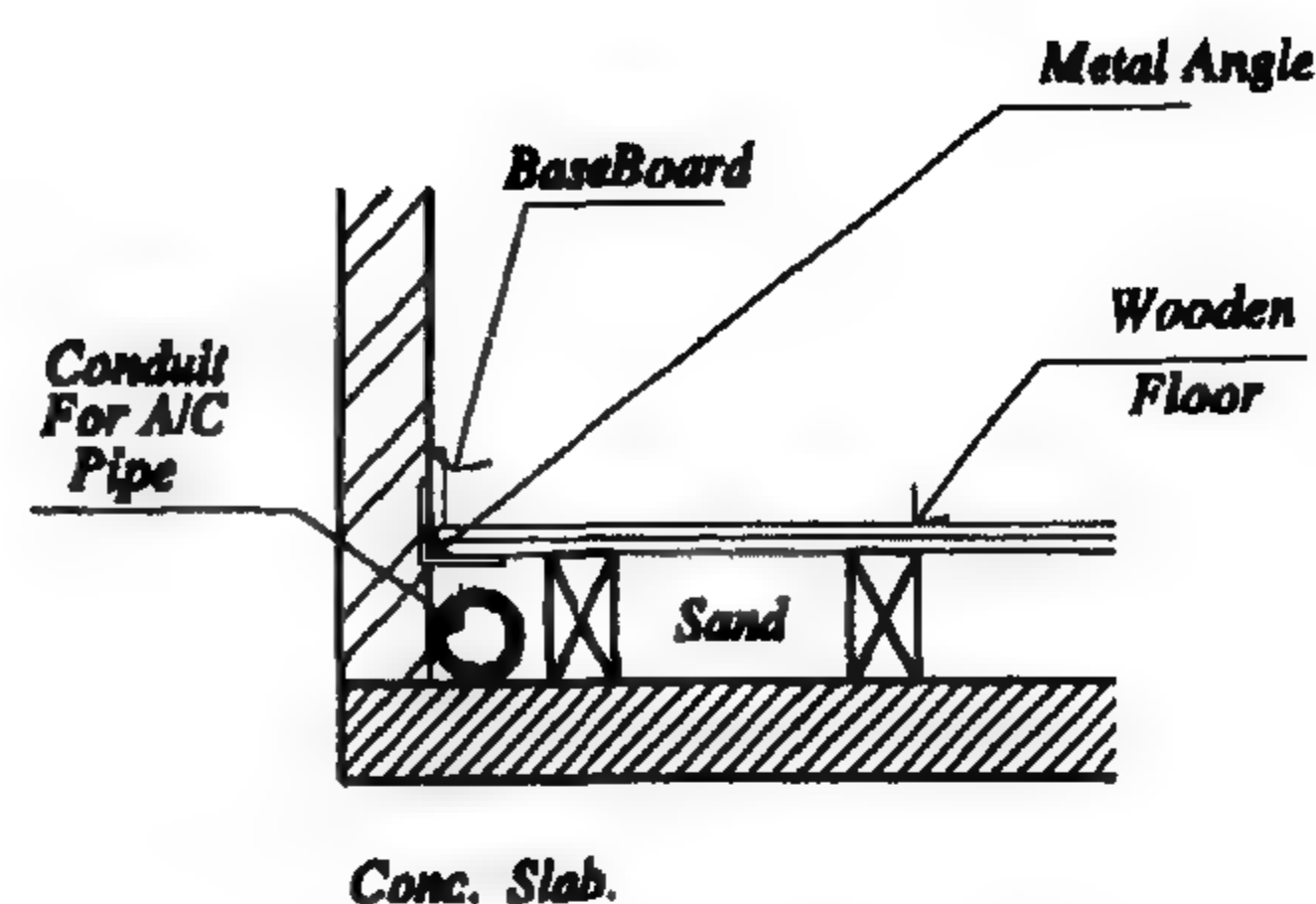
Fig. 16- Condensing units' installation in special alcoves.

buildings as conditions require. Conduits could be imbedded within flooring, in between a double wall, behind baseboards, or within ceiling architraves of plaster on metal lath (figures 17-19).

However, those conduits must be appropriately sized and curved at corners in a way which would allow for the extension and dismantling of pipes whenever necessary. A diameter of 7.5 cm would be suitable for that purpose.

#### 4- Condensed Water Drainage

Systems of drainage of condensed water are strongly tied to the type of A/C used. While self-contained types require systems installed on the facade itself, indoor units of split systems require more investigation. Self-contained types could successfully drain to a network of PVC pipes imbedded or carefully exposed on the building facade leading downwards to the nearest sanitary connection in the ground floor (figure 20).



Tile flooring

Fig. 17- Details of conduits imbedded in flooring.

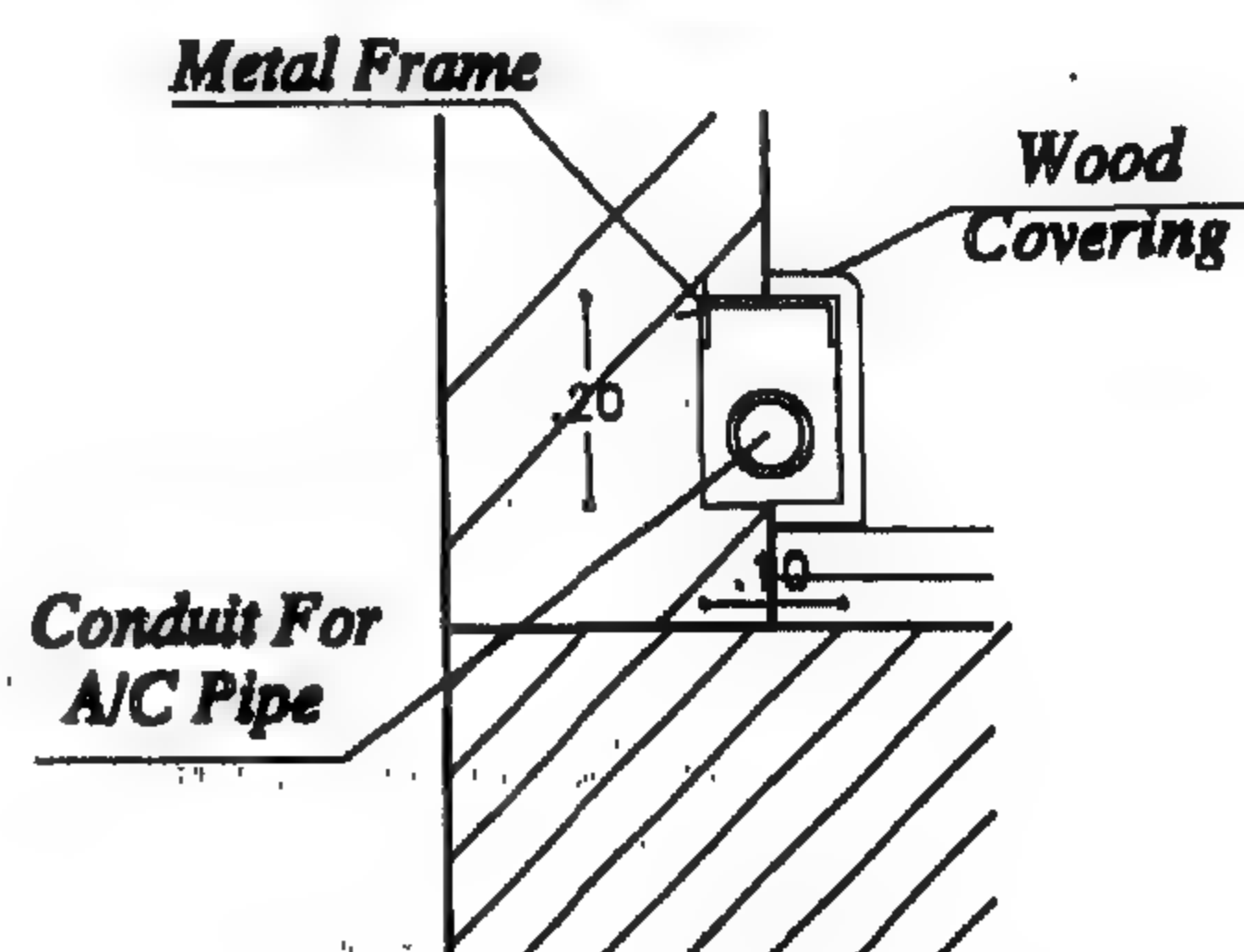
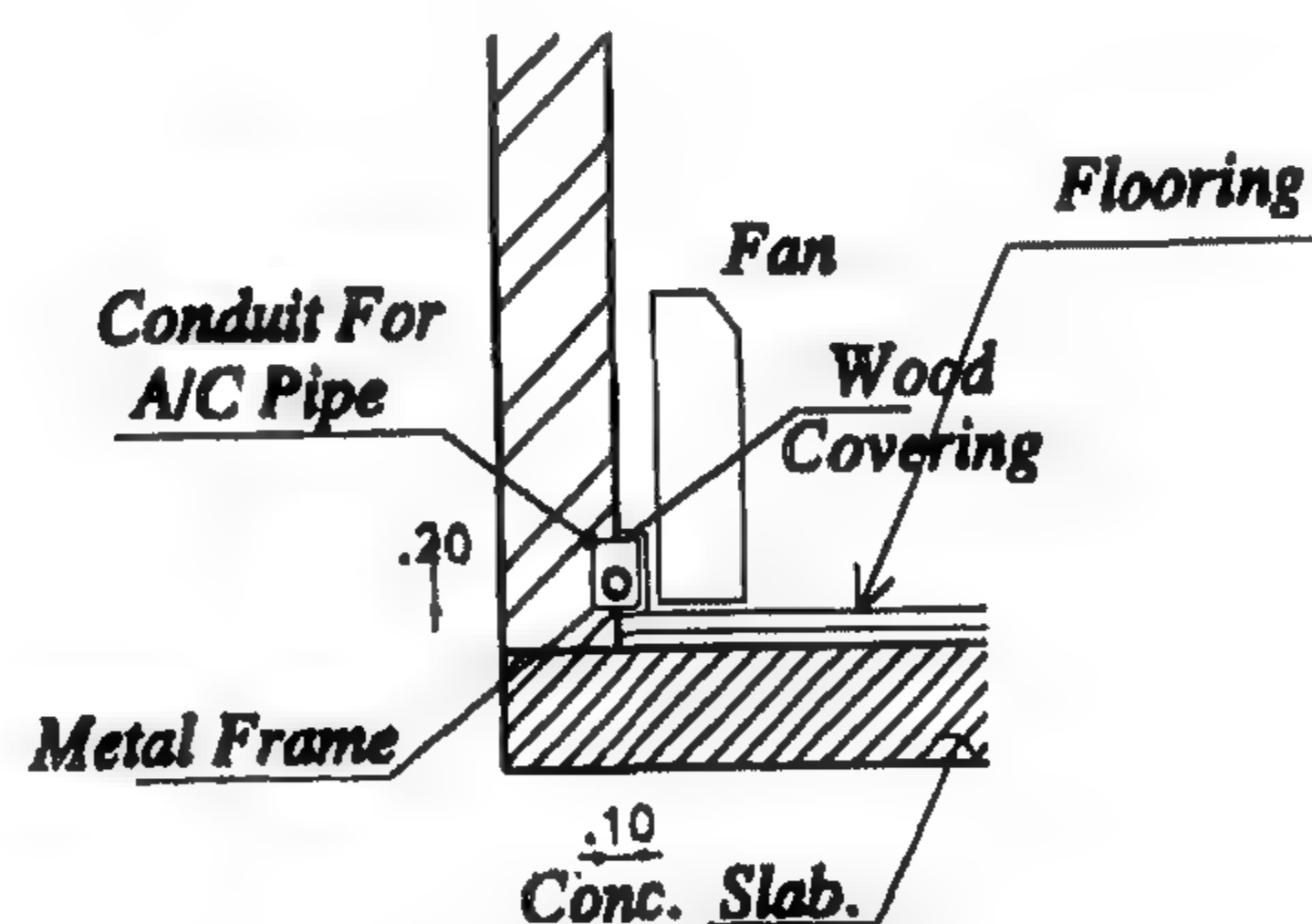
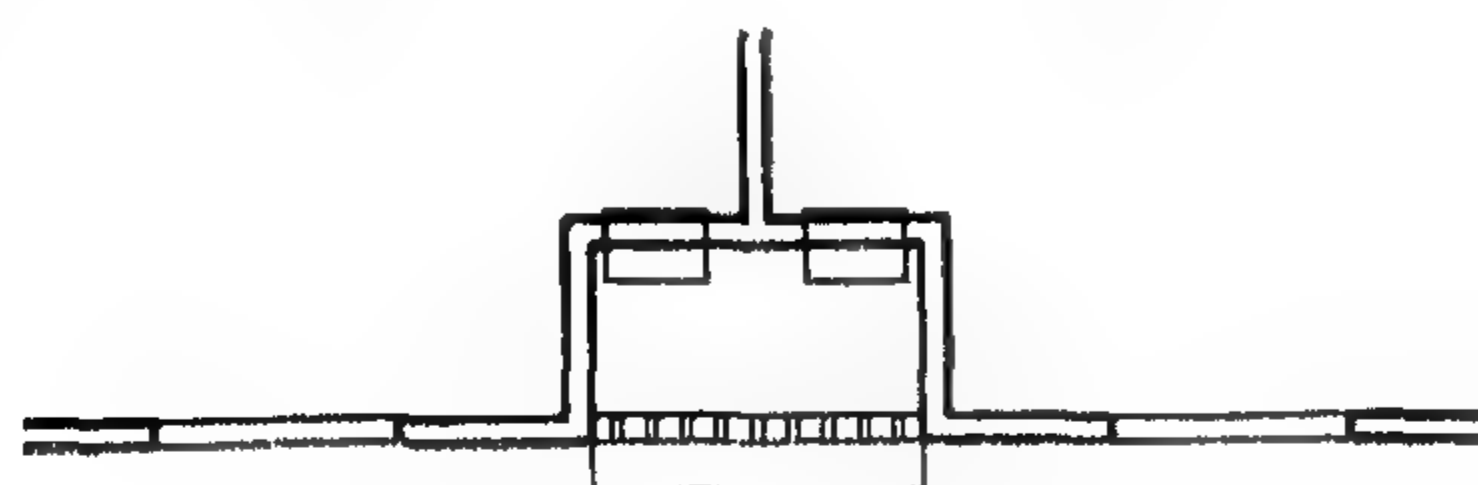


Fig. 18- Detail of a conduit imbedded behind a baseboard.



or within special conduits imbedded in ceiling architraves, base boards, or through flooring sub-base.

Alternatively, units could be remotely installed in an outer alcove similar to that illustrated in the concealed system above. That alcove would contain all units of the apartment. They would be connected to their indoor counterparts by use of the same methods suggested for the light well installation (figure 16).



**Vertical Or Horizontal Louvers**

*Plan*



Fig. 11- Covered alcoves for the fixation of A/Cs.

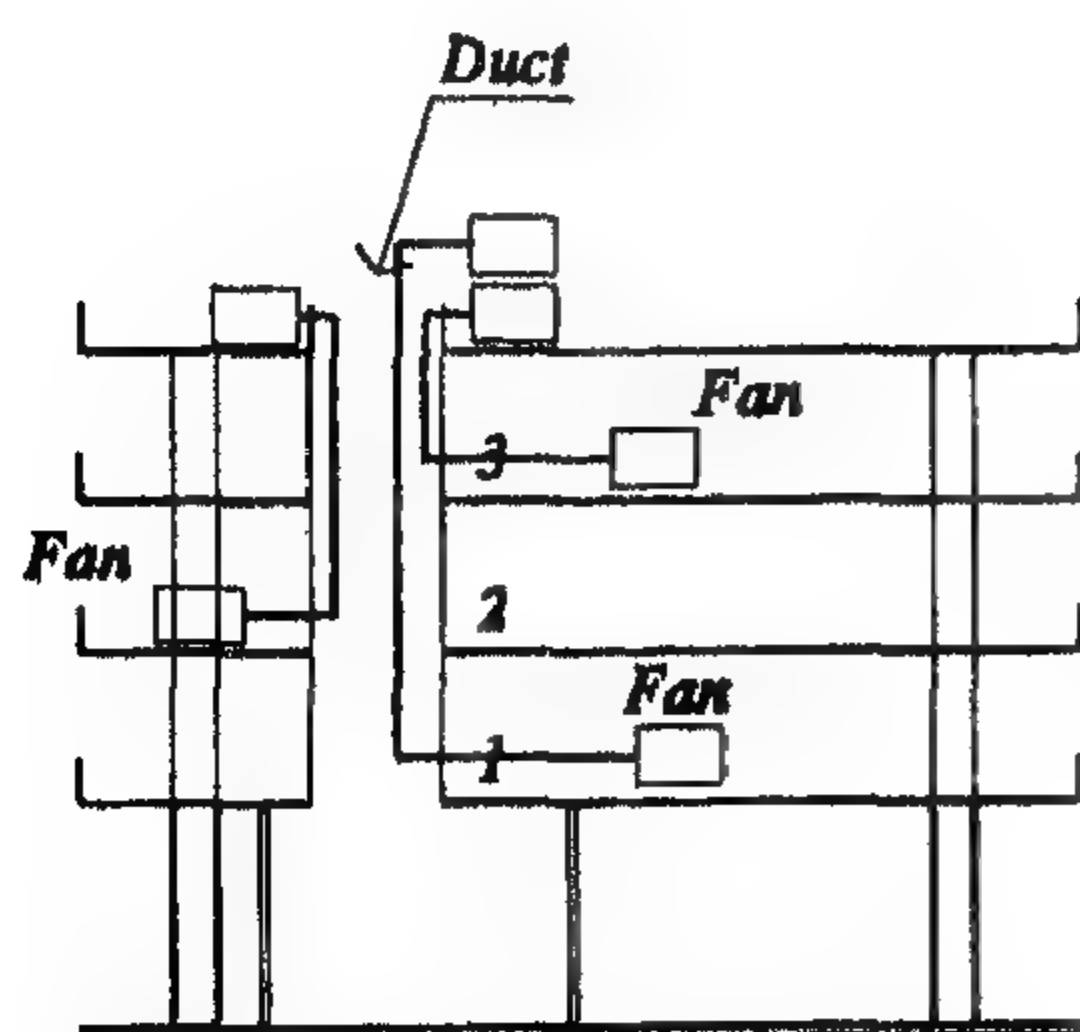


Fig. 12- A/C installation in a 3 storey bldg.

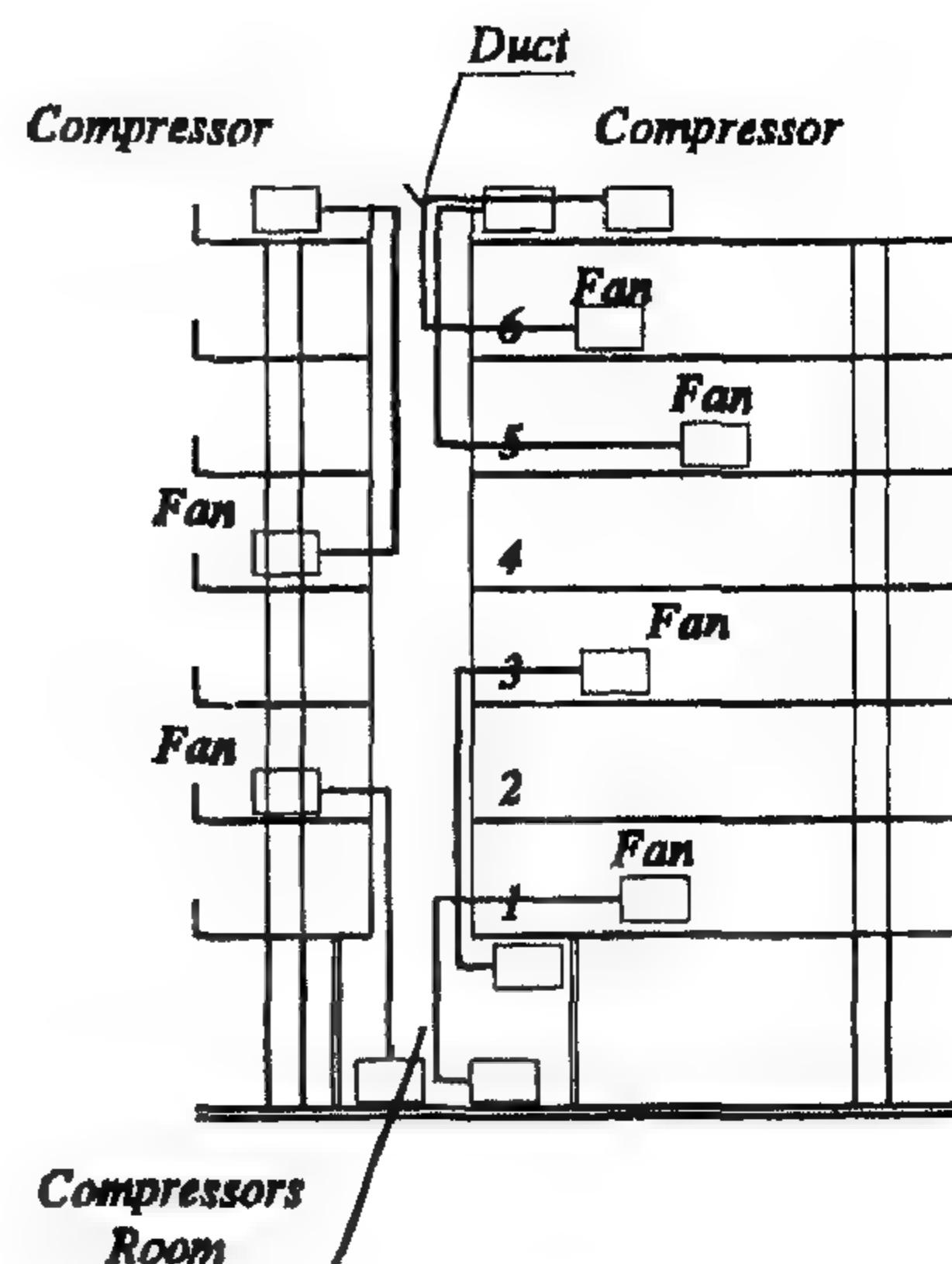


Fig. 13- A/C installation in a 6 storey bldg.

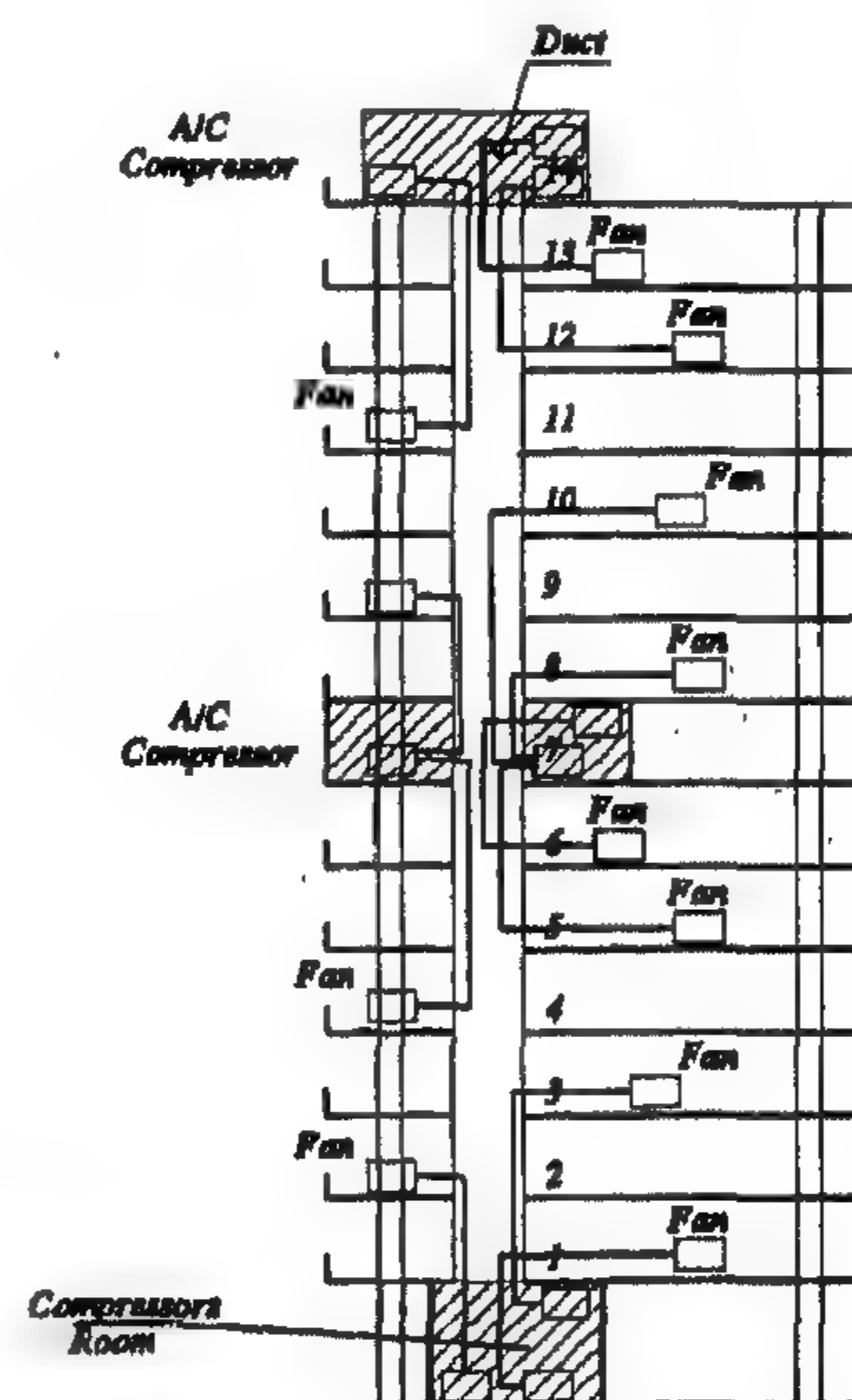


Fig. 14- Mechanical spaces at each 7 floors for installation of A/Cs in high rise buildings.

### 3- Split Systems' Connections

Connections between condensing units and their internal counterparts have always been a problem irrespective of the solution adopted. It has become quite common to see pipes extended across building facades and within rooms in an unattractive scene. In order to conceal those pipes, several details could be adopted. Vertical ducts and/or false ceiling spaces could be utilised as illustrated previously. Imbedded

PVC conduits in which connecting pipes and cables would be extended could prove simple and practical in many set-ups. They could be used in old as well as new



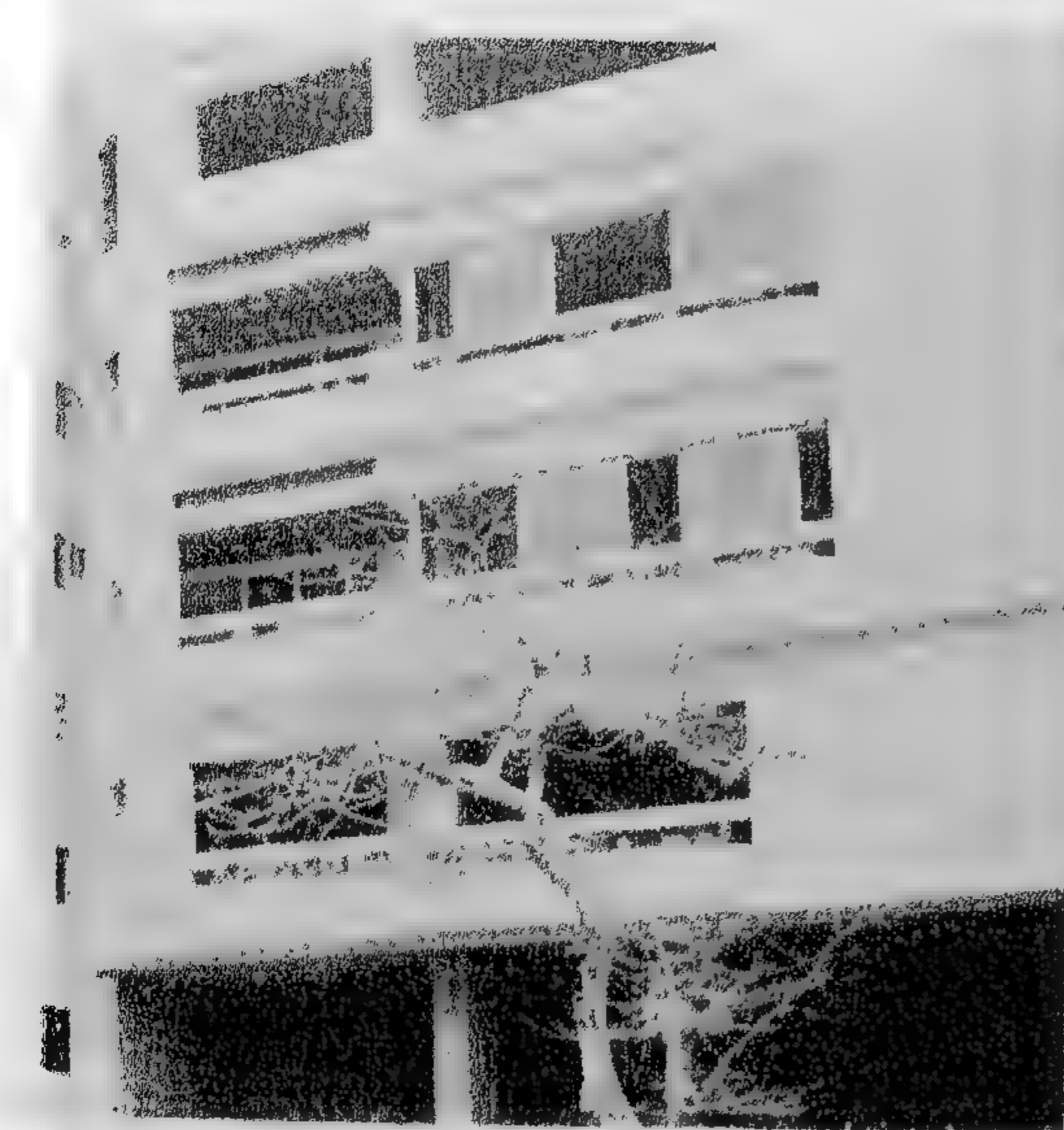
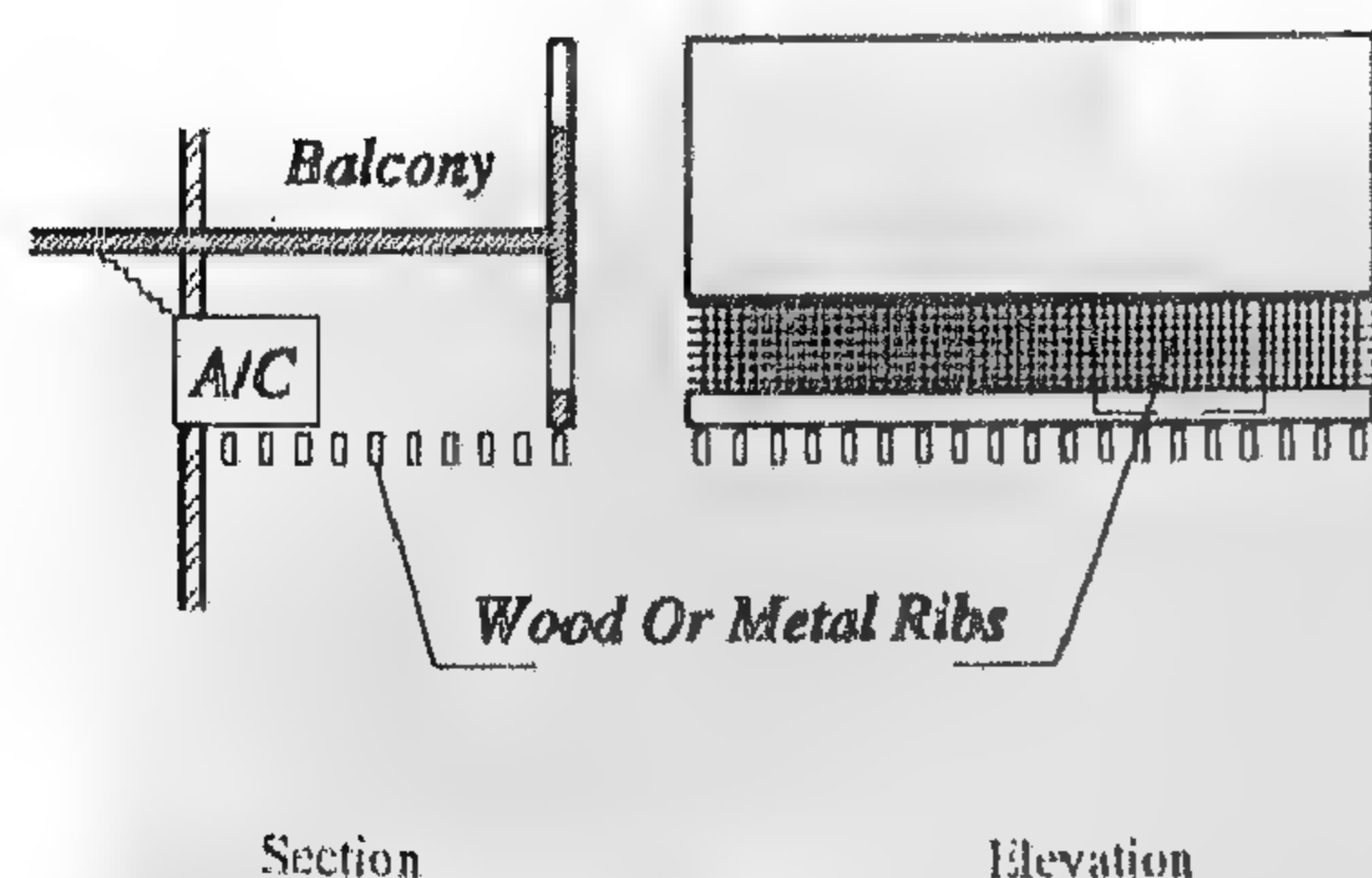


Fig. 9- A/Cs fixed to Balcony ceiling

## 2- Remote Split Systems

Systems in this category would be based on the fact that outdoor units of split types could be located remotely from their indoor counterparts. They could be installed in any location as long as the maximum distance allowed by their mechanical components is maintained. The length of this connection should not exceed 12 meters as explained earlier. Therefore, outdoor units could be located on the building roof, in the basement, or on the walls of internal light wells or special alcoves.

Locating condensing units of all A/Cs on the building roof would ease maintenance, improve their ventilation, and reduce noise levels within apartments. Those units would be linked to their indoor counterparts via vertical ducts for connecting pipes and cables. This system could be successfully adopted in apartment buildings of three stories (figure 12).

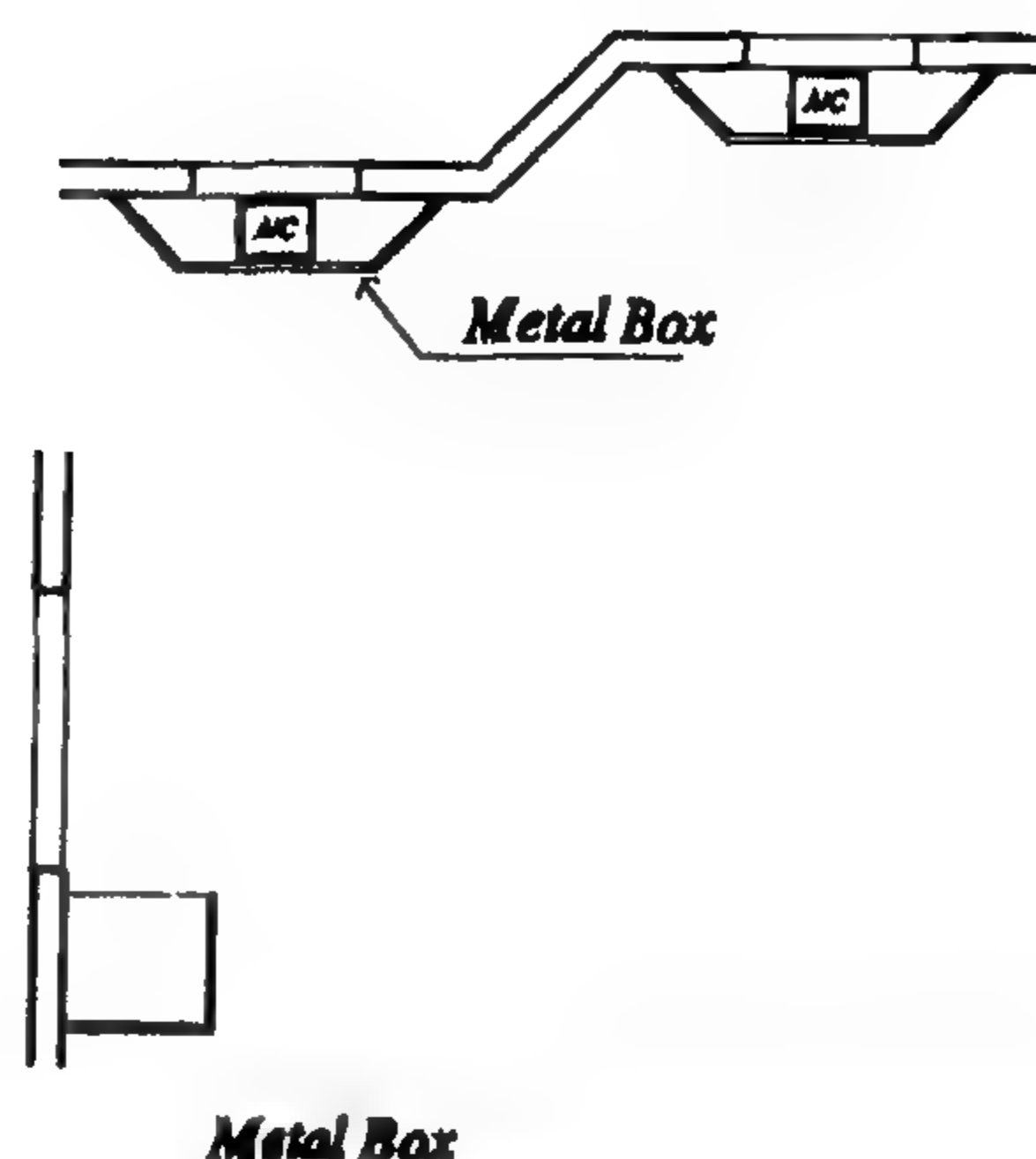


Fig. 10- Metal grid boxes for concealment of A/Cs.

Furthermore, this system could also be adopted in buildings up to six stories, by complementing roof condensing units with another set installed in the ground or basement floors (figure 13). That added set would serve the lower floors.

The above concept could be extrapolated to buildings of any height. Special mechanical spaces could be provided every seven stories for installation of condensing units (figure 14).

A horizontal system could be adopted where all condensing units would be installed in one of the building's light wells (figure 15). This solution could prove useful in cases where independence and security of each A/C unit is necessary. However, care must be exercised in the design of that light well. Proper ventilation of units and fire precautions must be strictly observed. Sound isolation must also be provided. The connection between the condensing units and their internal counterparts could pass through a false ceiling



leave the appearance dependent on the internal needs of each and every room. However, the facade in this case -although expressive of the users' needs and behaviour - would be in a state of disorder. Alternatively, one can provide a framework within which users can install their A/Cs. This framework would be flexible enough to accept the variety of users' needs. It could adopt an open approach in which all equipment would be exposed, or a concealed approach in which equipment would be hidden.

The open approach could include standardised openings sized to accept a wide range of A/C types. Those openings would allow for variation in equipment size and location on wall, while at the same time having attached architectural features which would integrate their appearance with the overall features of the facade (figure 7). Although this approach is simple, it would limit users' flexibility in locating A/Cs in different parts of rooms.

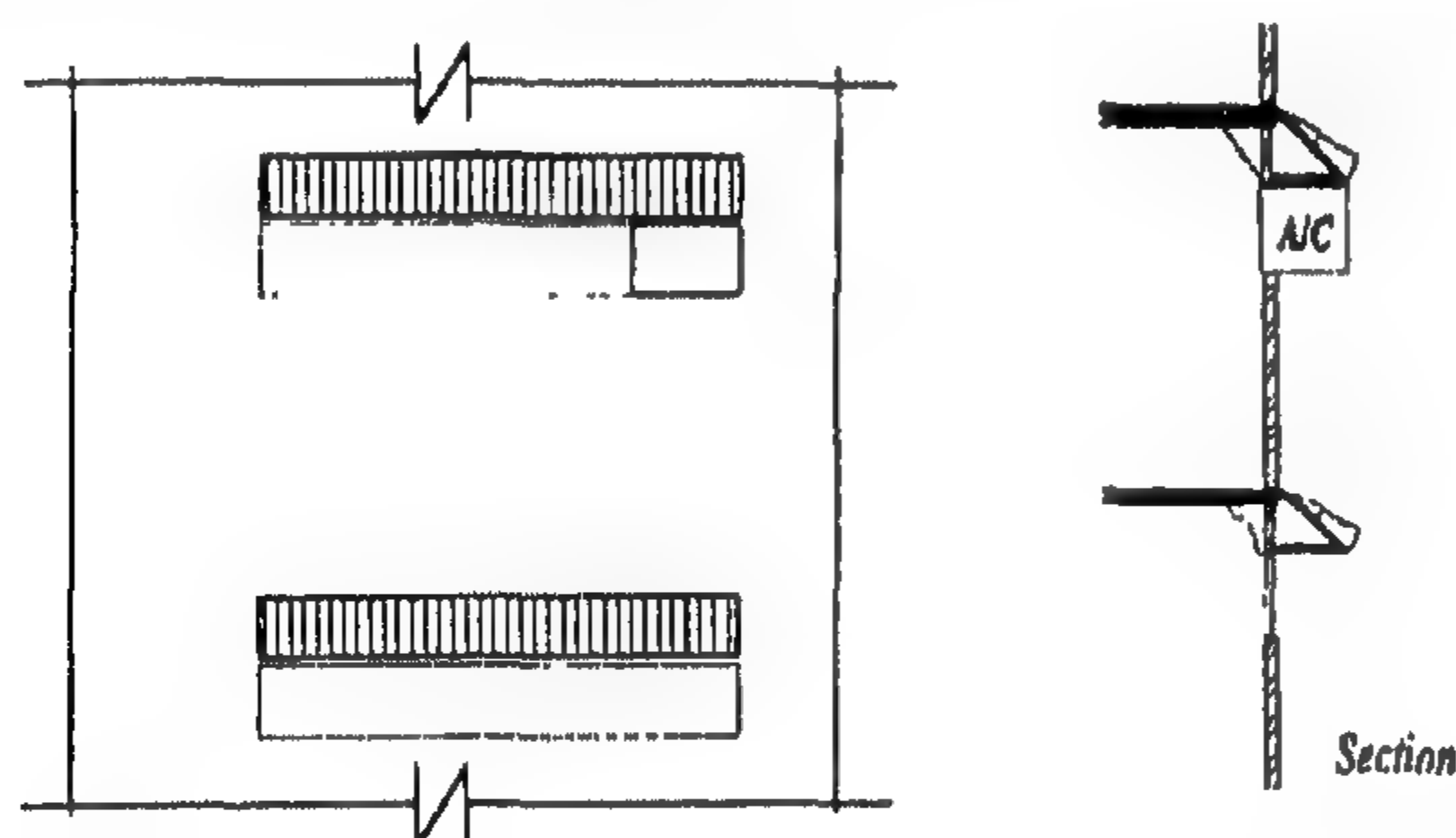


Fig. 7- Standardised recess which allows for flexibility of A/C installation.

Alternatively, the open approach could include provision of side recesses, alcoves, and/or side slabs dedicated to installation of A/Cs (figure 8). These must be large enough to accept a number of A/Cs and allow for their ventilation. This approach is more suitable to the installation of outdoor units of split A/Cs which could be installed remotely from their indoor counterparts.

On the other hand, the concealed approach would provide coverage for the A/Cs so as not to be visible on the facade, while at the same time maintaining good ventilation and accessibility for service.

This approach would include fixation of units on balcony ceilings (figure 9). A/Cs would be installed in a special space on the balcony ceiling where it would be covered by metallic or wooden members. Spacing of those members would allow for proper ventilation of condensing units. Parts of those members would be demountable in order to provide access for maintenance. This approach, although it produces



Fig. 8- Side balconies and slabs utilised for the installation of A/Cs.

noise in the balconies, it is very flexible, easy to maintain, and suitable for both the self-contained and split types of A/Cs.

The concealed approach would also include fixation of special metal grid boxes on the facades. These provide partial concealment of A/C units (figure 10). Those boxes must be designed in harmony with the facade overall appearance. They would be sized to accommodate a number of A/Cs, thus they must be able to carry the expected load in addition to the weight of the maintenance person who might need to access the units. Those boxes are suitable for the fixation of the self-contained and split unit types of A/Cs.

A more successful application of the concealed approach is the adoption of A/C alcoves (figure 11). They would be covered by vertical metallic, gypsum or wooden members spaced in order to provide proper equipment ventilation.



capacity. On the other hand, the outdoor component of split systems ranges between 86 x 61.5 x 35 cm to 98 x 107 x 98 cm (W x H x D).

Self-contained types must be fixed through an outside wall, usually centralised in location within the room. The fan coil units of split types could be mounted on floor, wall or ceiling of rooms. The condensing units of these types could be placed in any location outside the room. That location would be governed by its connection to the indoor fan coil unit by insulated refrigerant pipes and electrical cables. This connection is limited by the maximum allowable length of pipes of available systems which could extend up to 12 meters horizontal/vertical (MARICO, 1995). Special provisions must be made for concealing the connecting pipes and cables on the facade as well as internally.

Maintenance of A/C units is essential. Units must be accessible by maintenance personnel for regular cleaning of filters as well as other maintenance and fixation needs. Self-contained units do not require any special arrangements for maintenance. They could be maintained from inside the room. On the other hand, outdoor units of split types must be located within reach for accessibility of maintenance personnel to its components.

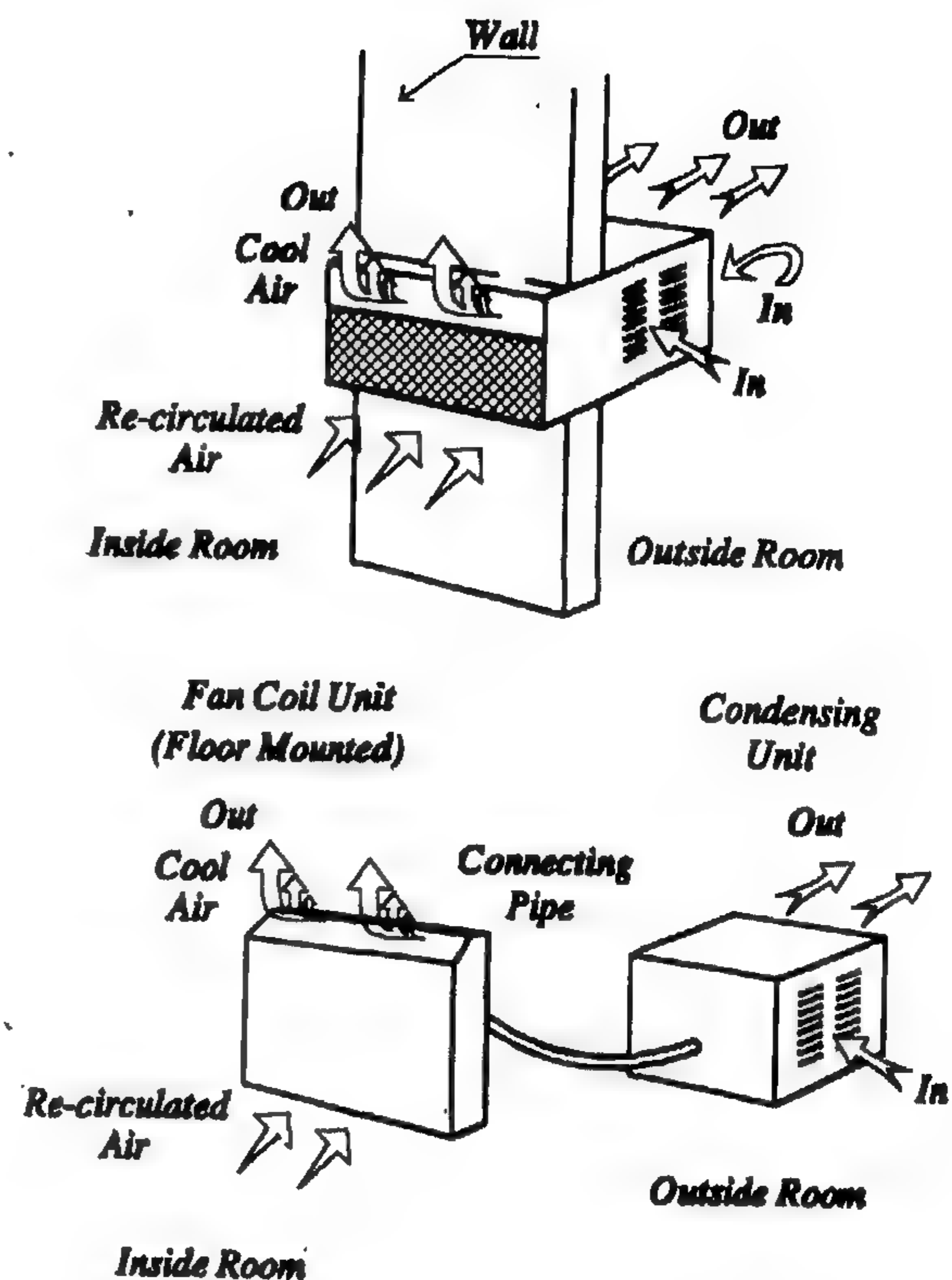
Ventilation of condensers of both types is essential for efficient operation. Ventilation is forced by a special fan where air would usually be taken from side openings and expelled from front ones (figure 6). Therefore, proper planning of air circulation around units is critical.

Condensed water is usually collected in a special pan in the fan coil component of the A/C. Excess water must be properly drained. This is especially important in the indoor units of split systems. Drainage is commonly provided by flexible water hoses which either drip on the building facade, or extend to the ground hanging on the architectural elements. Both solutions are unsuccessful. The first one causes smears on the facade and disturbs pedestrians on side walks below. The second solution distorts the architectural features of the facades. A pre-planned drainage system must be provided leading to the nearest connection of the sanitary system.

## DETAILS OF INSTALLATION

Architectural details which are suitable for the installation of A/Cs could follow one (or a combination) of several directions. These would be related to the type of Air-conditioning system used.

While solutions of self-contained types of A/Cs



Self-contained A/C

Fig. 6- Flow of air in A/Cs

would be limited to the methods of organisation and/or treatment of the appearance of units on facades, solutions for the split types would involve several directions. The first direction would be tied to the arrangement of the facade itself in relation to outdoor equipment installation, as with the self-contained types. The second would be related to the provision of appropriate remote locations for the installation of the outdoor units. The third would address the methods of connection between the outdoor and indoor units. Finally, methods of drain of condensed water would also be examined.

### 1- Facade Arrangements

Organisation of A/C units on a facade must be taken into consideration in its design. Several approaches could be adopted. One can ignore any organisation and

produces noise, has a shorter life span in comparison to other systems. It is also poor in filtration and air distribution. It must be installed directly on building facades of air-conditioned rooms.

## 2- Split Unit Direct Expansion (DX) Systems

These systems include two separate units linked by refrigerant pipes (figure 5). An outside unit for the air cooled refrigerant condenser and the compressor (condensing unit), and an indoor unit for the air cooling coil refrigerant evaporator (fan coil unit). Some of these systems include a reversible heat pump which provides winter heating instead of direct heating methods. In the reversible heat pump, changeover valves enable functions of condensing and evaporating coils to be reversed. Split unit systems are relatively simple and more quiet. They are flexible in comparison to the self-contained types, as indoor units need not be installed on outside walls. They could be mounted on floor, wall or ceiling. However, they are restricted by the connecting pipes between the indoor and outdoor units and also the lack of fresh air supply. Indoor units require special provisions for the drain of condensed water.

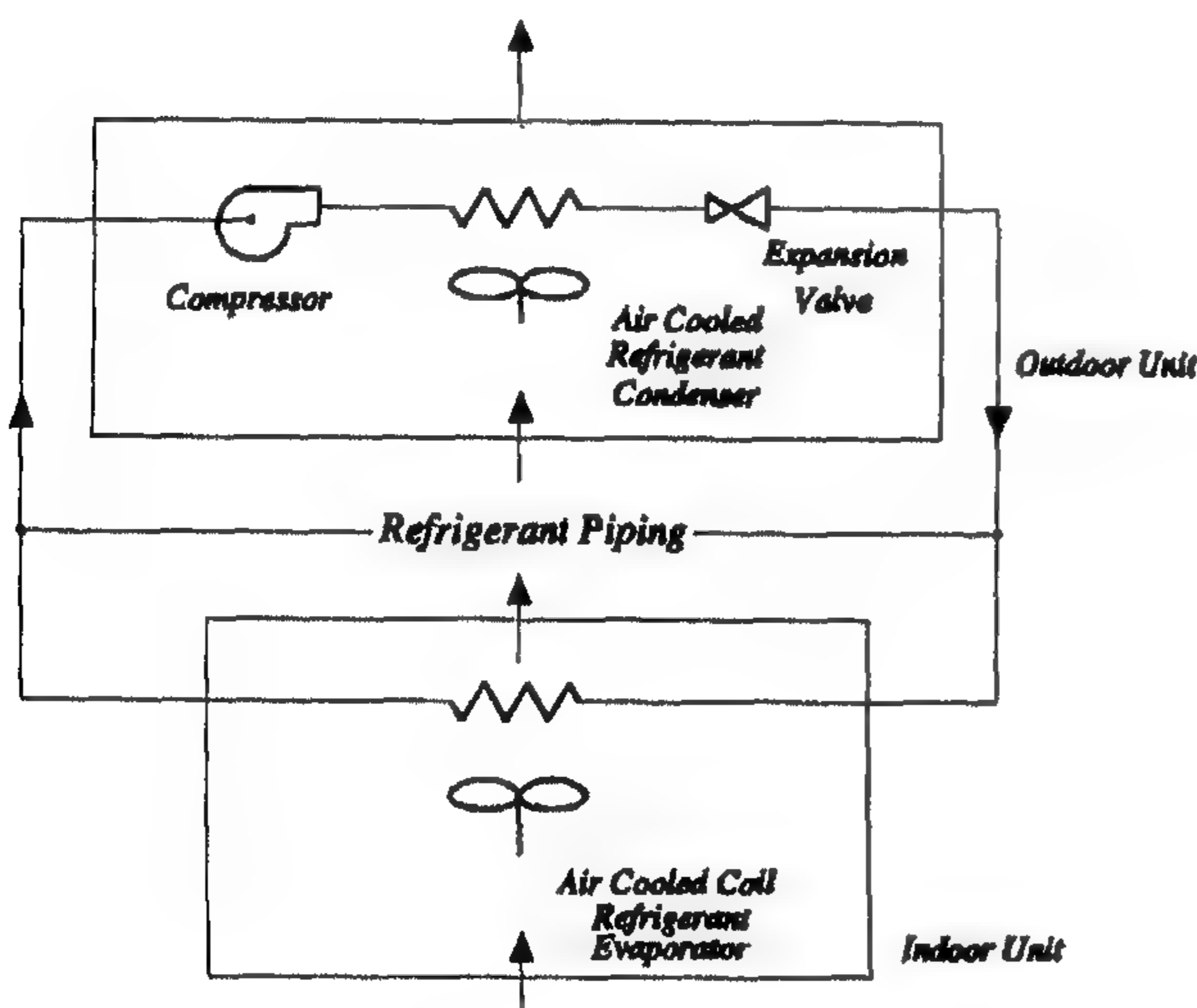


Fig. 5- A flow diagram of a split type air-conditioner (Porges, 1991).

## 3- All-Air Systems

These systems depend mainly on a central or a local plant where air handling units produce conditioned air. This air is transported through ducting to individual spaces. All-air systems fall into several basic categories: single zone system, variable air volume system, dual duct system, and multi zone system. These central air conditioning systems are suitable for public spaces of large buildings like hospitals, hotels,

office buildings, etc.. They require special provisions for the ducting which must run throughout the building supplying conditioned air to the various spaces. (Haines & Wilson, 1994)

## 4- Other Systems

A large number of the other types of systems relies on a heating/cooling water which is circulated from a central plant. This includes induction systems, fan coil unit systems, and heat recovery systems. Induction systems depend on conditioned air supplied through high velocity ducts and cooled/heated water which is circulated from a central plant. It is particularly suitable for large heat loads with small air volume. Fan coil units are small single-zone room terminal units. They are served by chilled and/or hot water which is circulated from a central plant. This system is flexible, and provides good control. However, it requires special provisions for the supply of fresh air and for the drain of condensed water. It is mainly used in hotel and hospital bedrooms, and offices. Heat recovery units are self contained and energy conservative. Room units' refrigeration/heat pump exchanges heat to water circulating throughout the building. Heat exchanged by units acting as coolers is supplied to units acting as heaters with a central plant balancing the heating and cooling loads. This system could be used effectively in offices of moderate climates.

The first two types of A/Cs were most commonly used in residential buildings of Egypt in the last era. They suit the independent system of apartment ownership. They are flexible and require minimum physical provisions on behalf of building owners. In addition, they are relatively lower in initial cost when compared with other types. This paper focuses on the architectural considerations necessary for the successful installation of those two systems on building facades.

## FACTORS AFFECTING ARCHITECTURAL DETAILS

In order to suggest potential solutions, all factors related to the installation, maintenance and operation of A/C units must be considered. These would include the physical appearance of A/C units on facades, maintenance and operation requirements, and the methods used for condensed water drainage.

The physical appearance of A/C units differs between various brands and types. While self-contained units have almost similar sizes and shapes, split systems are rather variable. Self-contained units are generally 66 x 43 cm in width and height, with a depth varying between 64 and 70 cm according to





Fig. 3- A pre-planned facade after installation of A/C's

Facades of previous categories ignored the drainage needs of A/C equipment. Condensed water either drips from the equipment on the building facade or gets drained through a network of drain houses hanging across the facade. Both unplanned solutions damaged the facades of the majority of buildings.

The third category includes a limited number of recently constructed buildings in which facades were designed taking into account the possibility of installation of different types of A/Cs. Condensed water was carefully disposed of. Details of those facades are discussed later.

### AIR-CONDITIONING SYSTEMS

Heating, ventilation and air conditioning systems (HVAC) could be categorised into primary and secondary components. Primary systems include central apparatus such as chillers and refrigeration machines which provide the primary heating/cooling media. Such apparatus consume energy directly to produce chilled water, steam, hot water, etc. Secondary systems include air handling units, fan coil units, heating and cooling coils, radiators, etc. These terminal systems satisfy the individual space heating and cooling requirements. Primary and secondary systems could be either separated or combined in one unit. (Stanford, 1988)

Refrigeration in the primary systems could be done by compression or absorption. In compression systems (figure 4), vapour of the cooling medium enters a compressor which raises its pressure. Then, it is liquefied in a condenser by heat exchange with cooling water or air. This cooled liquid passes through an expansion valve to reduce its pressure. The low

pressure cool liquid is transported to the evaporator of the secondary system where it absorbs heat from the medium to be cooled. In absorption systems, low pressure refrigerant vapour is dissolved in water in a generator where high pressure vapour is driven out of the solution by heat. The vapour is liquefied in a condenser and expanded through an expansion valve, as in compression systems. The low pressure liquid is then transported to the evaporator of the secondary system where it absorbs heat from the medium to be cooled. (Porges, 1991)

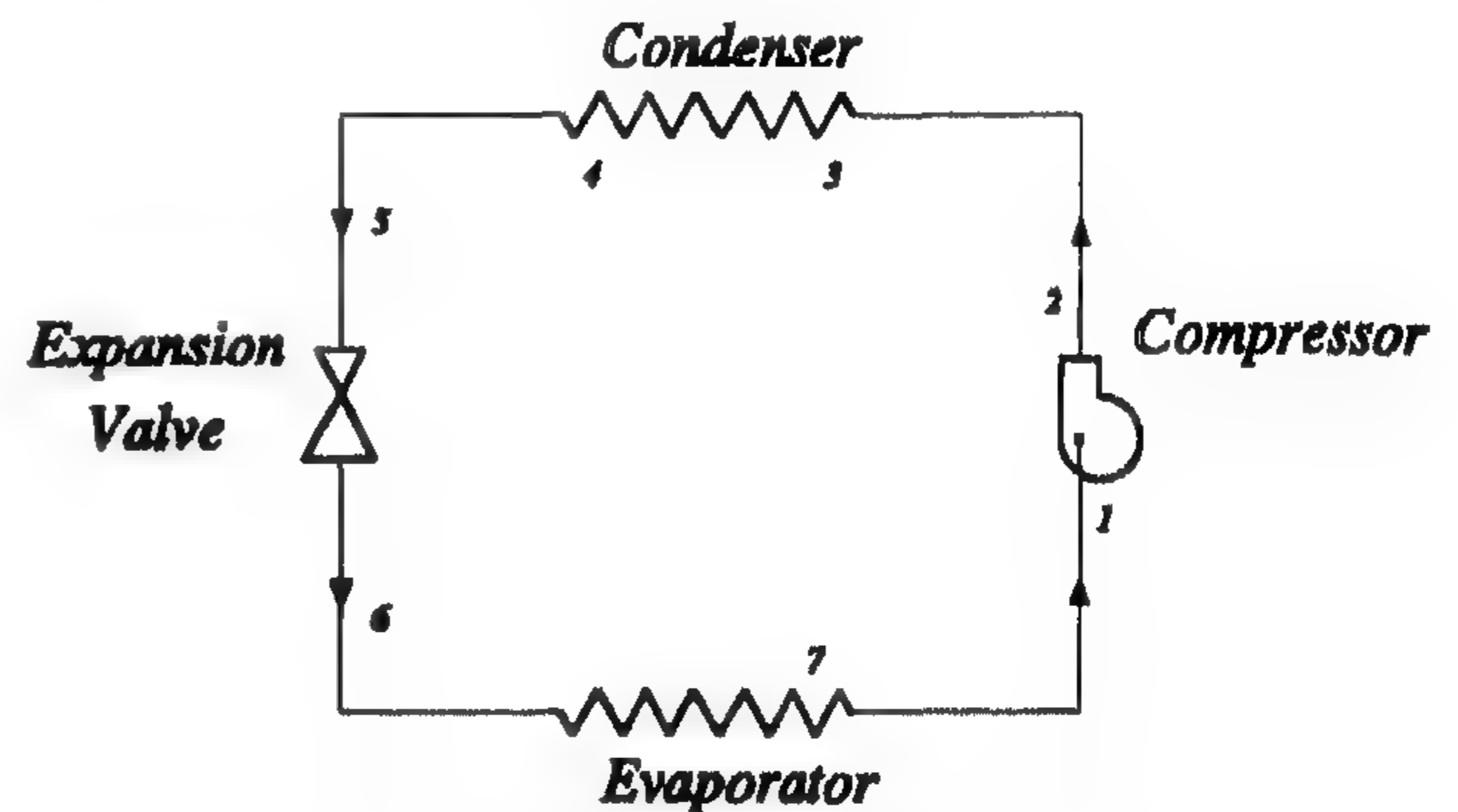


Fig. 4- Flow diagram of a compression refrigeration system (Porges, 1991).

Secondary systems cool air by surface type coolers or by air washers. In direct surface type coolers, air is cooled by heat exchange with the refrigerant. It is circulated by a fan on a cooling coil refrigerant evaporator. In indirect surface type coolers, air is cooled by heat exchange with water which has been previously cooled by the refrigerant. In spray washers, air is cooled by a cool mist caused by spray nozzles. (Porges, 1991)

HVAC secondary systems depend mainly on air-handling units. These include a fan (or fans), cooling and/or heating coils, and air filters. Most units include a mixing chamber with outside and return air connections with dampers. Cooling coils may use chilled water, brine or a refrigerant (direct expansion). Heating coils may use steam, high (or low) temperature water, or direct heating methods such as gas or electric heaters. (Haines & Wilson, 1994)

For the purposes of this study, air-conditioning systems could be classified into the main following types (Porges, 1991) :

#### 1- Self-Contained (Wall Or Window) Units

Units of this integrated type are mounted through a wall or a window. The unit could be divided into two sections - the condenser section located outside the room and the evaporator section located inside the room. It is a low cost, flexible simple type. However, it



to the installation of those equipment was performed. Samples of building facades from different neighbourhoods of Cairo were documented, and the current status of air-conditioning equipment installation on those facades was analysed. In parallel, the most commonly used types of air-conditioning equipment in residential buildings were identified. The characteristics and physical requirements of those equipment were defined. The various parameters which influence the architectural aspects of buildings were determined. Several approaches for A/C installation were explored where some installation systems were suggested. They range from simple arrangements to elaborate systems which would run across the building. Sample details were also devised. Finally, recommendations regarding the factors which must be considered by architects were summarised.

### CURRENT STATUS

Building facades of modern Cairo could be categorised into the following types in regard to air-conditioning (A/C) equipment installation :

- 1- Facades which were built not accounting for the possibility of installation of air-conditioning equipment at all.
- 2- Facades which were built taking into consideration the possibility of installation of a certain type of air-conditioners.
- 3- Facades which were built taking into account the possibility of installation of any type of air-conditioners.

The first category includes buildings which were built before the 1970s and a large percentage of newly constructed ones. The installation of A/Cs on their facades followed a chaotic pattern dependent on the internal arrangements and requirements of every single user without any consideration of the effect to the building facade (figure 1). In a rare minority, an organised pattern was instituted by owners. A/Cs were installed in agreed upon locations in all apartments, such as side wall facades (figure 2) or certain recesses.

The second category includes a significant number of buildings constructed in the last era, where A/Cs became common in use in residential buildings. The facades of those buildings were built to suit the installation of a specific type of A/C. They provided a standardised set-up, where fixed locations were defined for the installation of A/Cs all through the building. However, these pre-set locations were not always suitable for the internal arrangements and use patterns.



Fig. 1- A typical unplanned facade.

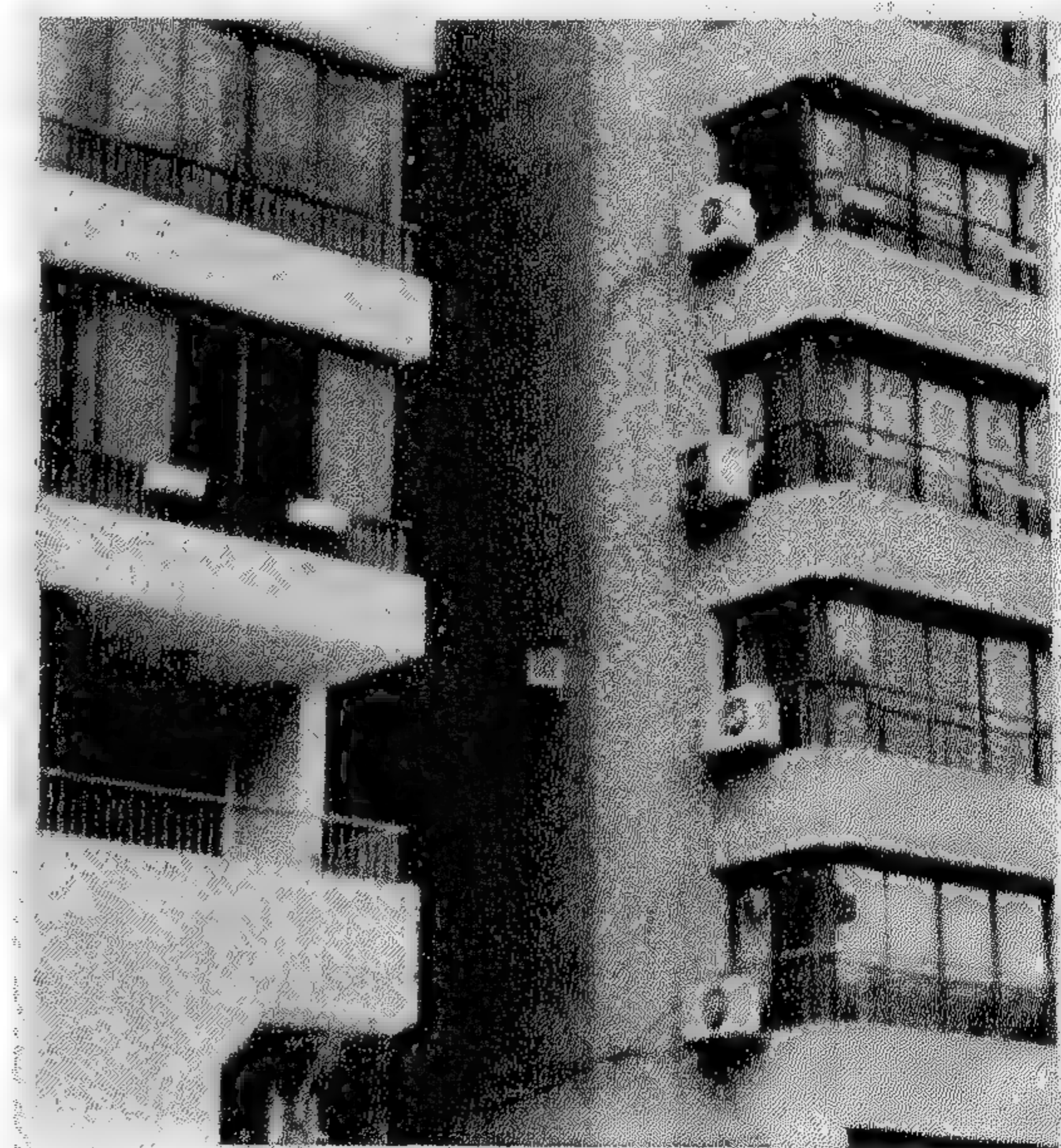


Fig. 2- A pattern organised by owners.

In many buildings, users ignored the predetermined locations and distorted the standardised set-up in a manner similar to that of the first category. Moreover, the standardised set-up was always tailored to suit a specific type of A/C (commonly: the self contained type). It became quite common to see -the now widely used- split unit types of A/Cs fixed on facades having standardised openings for the self contained A/C types. Those two types have totally different dimensions, characteristics and requirements. The result was another chaotic pattern similar to that of the first category (figure 3).



# INSTALLATION OF AIR-CONDITIONING EQUIPMENT ON APARTMENT BUILDING FACADES: Architectural Considerations and Details

By  
Dr. Ahmed H. Sherif<sup>1</sup> and Eng. Mohamed G. Zein Eldin<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Installation of air-conditioning equipment on facades of high and upper-middle-income class apartment buildings has become very common in the Egyptian cities in the last era. The architects of many of those buildings did not address the factors associated with the installation of A/Cs on their facades. The results were quite evident: air-conditioning equipment were haphazardly fixed creating a chaotic effect unrelated to original design.

This paper aims at defining the architectural considerations associated with the installation of Air-conditioning systems on the facades of apartment buildings in Egypt. Moreover, it aims at generating guidelines for designers of new buildings who must accommodate those equipment in order to keep up with this trend.

A survey of the current status of residential building facades in regard to the installation of A/C equipment is performed. Available types of A/Cs are defined and their main characteristics are analysed. Parameters which must be considered by architects for successful installation of the commonly used types of A/Cs are discussed. Several directions for installation details are explored. They range from simple arrangements to elaborate systems which would run across the building. Sample details are devised and introduced as examples which could be adopted in relevant conditions.

It is hoped that this paper would direct the attention of architects to the current problem, and would pave the way for their production of a variety of innovative details, thus contributing positively to our cityscape.

## INTRODUCTION

Installation of air-conditioning equipment on facades of apartment buildings has become very common in the last era. This is especially the case in the high and upper-middle-income class neighbourhoods of Egyptian cities. Building facades in these neighbourhoods were greatly influenced by the utilisation of those equipment, since the majority were not designed to accommodate their installation. The result was quite evident: air-conditioning equipment were haphazardly fixed on those facades creating a chaotic visual effect unrelated to original design. This was due to the fact that architects of those buildings did not address the factors associated with the installation

of air-conditioning equipment on their facades. They either neglected the problem totally and left it to users who installed their own equipment wherever they liked, or they provided unsuitable details which did not suit the requirements of those equipment.

## OBJECTIVES AND METHOD

This paper aims at defining the architectural considerations associated with the installation of Air-conditioning systems on the facades of apartment buildings in Egypt. Moreover, it aims at generating guidelines for designers of new buildings who must accommodate those equipment in order to keep up with this trend. Thus, it provides architects with the tools necessary for addressing the current problem.

In order to achieve those objectives, a survey of the current status of residential building facades in regard

<sup>1</sup>-Lecturer: Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt, and the Dept. of Engineering, School of Sciences and Engineering, The American University in Cairo.

<sup>2</sup>-Graduate Student: Department of Engineering, The American University in Cairo.

time a problem occurs .

4. Some people lack the positive attitude that a design or service can somehow be produced or performed differently at lower cost .

5. Designers often are reluctant to seek advice from others .

6. Shortage of time.

7. Rapid changes of technology

8. Lack of yardstick for measuring value .

9. Lack of good communication, misunderstanding, jealousy, and normal friction .

## REFERENCES

- 1- Alphonse , J.Dell Isola. ; *"Value Engineering in the Construction Industry," 3rd Ed, Van Nostrand Reinhold, New York, 1982.*
- 2-Donald E.Parker for The Lawrence D. Miles Value Foundation , *Value Engineering Theory, 1985.*
- 3- Al-Salmi , Humoud ;*" Value Engineering Potential", Saudi Arabia , 1989.*
- 4- James J.O.Brien , P.E, *" Value Analysis In Design and Construction ,"* 1976.
- 5- Stephen. J.Kirk; *"Integration VE into the Design Process," Save Proceedings International Conference , 1990.*
- 6- Luis M. Venegas, *"Dare We Think Differently." Value World Journal 1992, VOL.(14) No..(4)*
- 7-J.J Kaufman.; *"Function Analysis System Technique (FAST) for Management Application " Save Proceedings International Conference , 1979.*
- 8- Rechard J. Park ; *" Value and Quality Conflict or Complement ,"* *Value World Journal 1991, VOL .(14) No. (2)*
- 9- *Society of American Value Engineers, Certification Manual , January 1991.*
- 10- A.R.E The Public Institute for Education Buildings , *Competition for Design of the Education Building Models , 1992.*
- 11- ARE. Ministry of Education , *Studies and Models for Design of Some Education Buildings .*
- 12- *Primary School 6,11, and 16 classes , ARE. Public Administration for Education Buildings.*



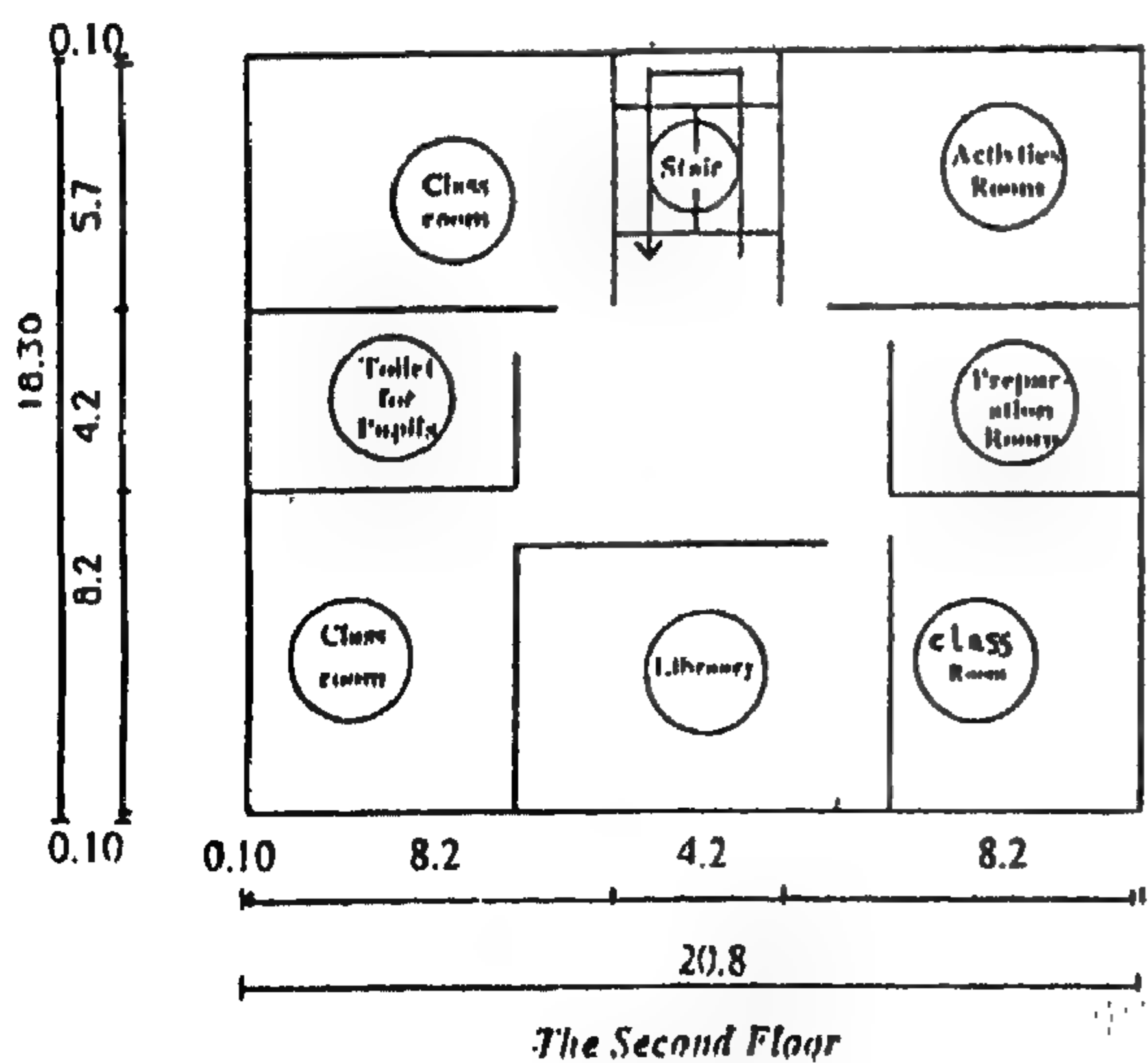
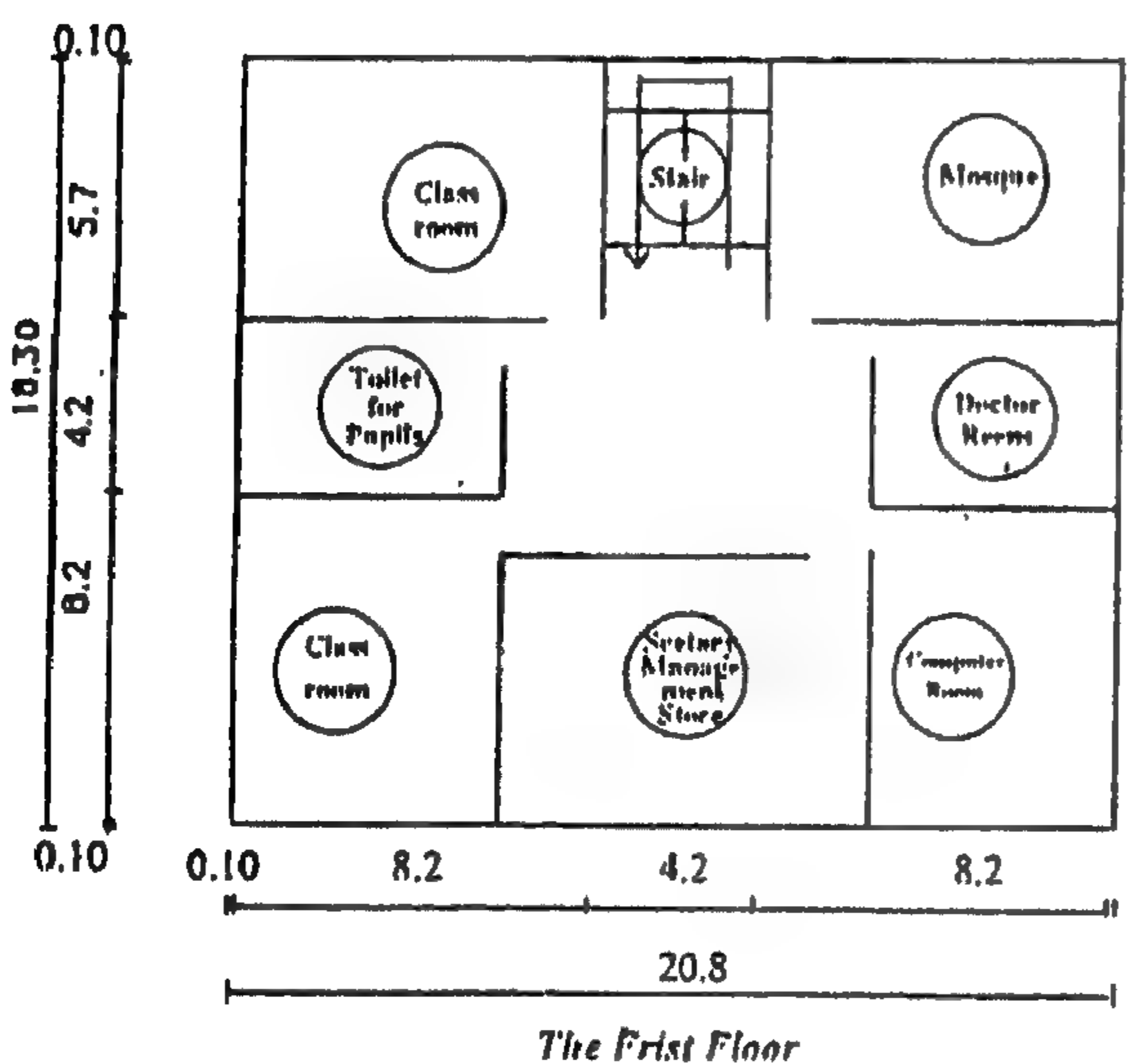
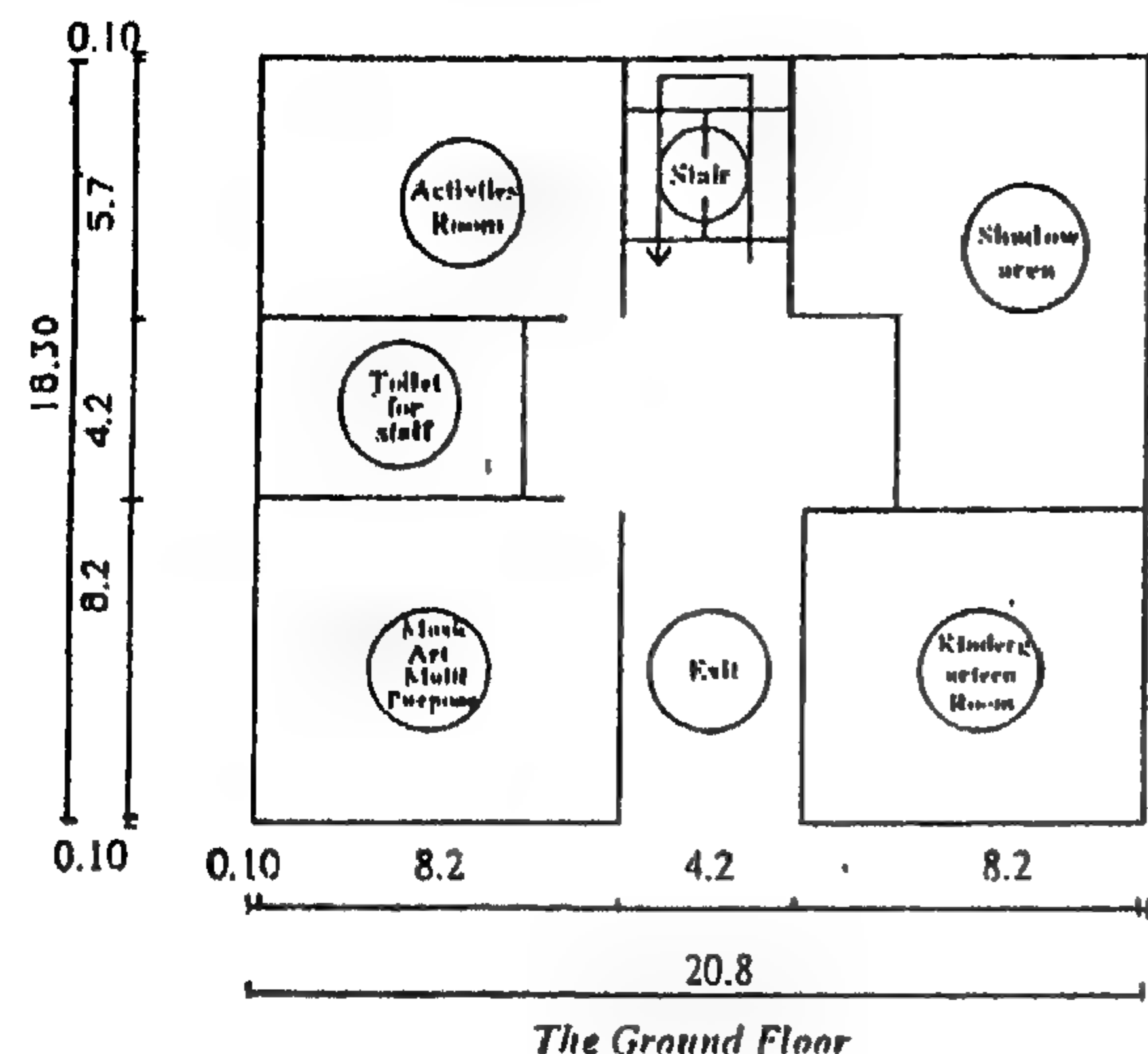


Fig. 14- Design proposal

COMPONENT	PRESENT	PROPOSED	TOTAL SAVINGS
Classrooms	264	220	44
Preparation room	22	22	-
Laboratory	66.4	0	66.4
(Music/Art/Multi Purpose) room	68.2	64	4.2
Kindergarten room	56	64	-8
Shadow area	566	67.1	-11.1
Secretary/Management and store room	66.7	63	3.7
Doctor room	22	22	-
Activities rooms	207	88	119
Computer room	-	44	-44
Library	56	63	-7
Teacher rooms	44	-	44
Toilet for staff	31.2	22	9.2
Toilet for pupils	-	44	-44
Exit	48	33.6	14.4
Stair	1676	66	110
Mosque	-	44	-44
Corridors	283.3	129.6	153.7
Columns area	5.04	2.8	2.24
Partitions	190.2	82.82	107.38
Total	1662.04	1141.92	520.12

Fig 15- Proposal phase

VALUE ENGINEERING PROPOSAL	
Project :	Primary school ( 6 Classrooms )
Item :	Schematic Design
<b>Present Design :</b> One story 1662-04 gross 39. mt., 200 pupils population and 40 children. The study identified several area for savings. The design has no mosque, computer room, multi purpose room, canteen and toilet for pupils.	
<b>PROPOSED DESIGN</b> One story, 1141.92 gross sq. mt 200 pupils population and 40 children. <b>The VE proposes :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- One room (8x8) for art/music/multi purpose</li> <li>2- One room (8x5.5) for domestic/canteen/ agr.</li> <li>3- One room (8x5.5) for computer</li> <li>4- Construct mosque (8x5.5)</li> <li>5- Eliminate one classroom</li> <li>6- Eliminate laboratory &amp; use pupil kits</li> <li>7- Construct toilet ( 4x5.5) for boys</li> <li>8- Construct toilet (4.5.5) for girls</li> </ol>	
<b>Cost Summary</b>	
Present Design 1662.04 m <sup>2</sup> Proposed Design 1141.92 m <sup>2</sup> Initial Area Savings 520.12 m <sup>2</sup>	

Fig. 16- Value Engineering proposal

### Reasons for poor value :

1. Lack of information due to unknown requirements , misunderstanding the full requirements of the jobs, or failure to have time to investigate it thoroughly.
2. Decisions based on wrong beliefs ( making decisions based on assumed user needs )
3. Thinking and doing things in the same way each

### ANALYTICAL PHASE CRITERIA WEIGHING PROCESS

Project Primary School	Item	
Team	Date	Raw
Criteria	Weight	Score
A. CONSTRUCTION COST	9	12
B. AESTHETICS	1	1
C. COMFORT PUPILS	9	12
D. EFFECIENCY RATIO	10	13
E. MAINTENANCE	4	5
F. REDESIGN TIME	1	1
G.	.....	.....
H.	.....	.....
I.	.....	.....

How Important  
 4-Major Preference  
 3-Medium Preference  
 2-Minor Preference  
 1-Slight, No Preference  
 One Point each( Letter/Letter)

	B	C	D	E	F	G	H	I
A	A-4	ACI	AD1	A-2	A-4			
		C-4	D-4	E-3	BF1			
B			CDI	C-2	C-4			
				D-3	D-4			
C					E-2			
D								
E								
F								
G								
H								

Fig. 12- Criteria weighing process

### ANALYSIS MATRIX

Project

Basic function

List the best ideas from ranking and comparison techniques, determine which one stacks up the best against the desired criteria.

Relative ALTERNATIVES WEIGHTS	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAL
1-Linear shape- Double loaded corridor	36 4	1 3	9 3	10 4	4 3	1 3			130
2-L shape- Double loaded corridor	27 3	3 3	27 3	30 3	12 3	3 3			102
3- I shape-Double loaded corridor	36 4	9 3	36 4	40 4	12 3	3 3			139
4-Court shape-Double loaded corridor	27 3	3 3	18 2	42 4	8 2	2 2			98
5-Mixed hall & class-room in four sides	36 4	2 2	36 4	30 3	12 3	2 2			118
6-No corridor- 4-classrooms in each floor	45 5	3 1	45 5	50 5	12 3	4 4			159
7-									
8-									
9-									
10									

Excellent- 5 Very Good-4, Good-3, Fair- 2, Poor-1

Seek the Best- Not Perfection

Fig. 13 - Analysis matrix



Fig. 11- Idea comparison

**PROJECT**

Select the most feasible ideas or combination of ideas.  
List them below. List both the advantages and disadvantages of each idea to determine where additional work must be done .

IDEA	ADVANTAGE	DIS-ADVANTAGE	RANK
1- Classroom for subject not for grade.	More economic-Comfort teacher	Not compatible with curriculum- Not comfortable for pupils	5
2 - No room for art and music but use the classrooms for this.	More economic-Comfort pupils.	Not compatible with curriculum	5
3 - Combine art and music room	Save room Increase utility	One room	9
4 - Eliminate one classroom	Save room	No disadvantage.	10
5 - Eliminate laboratory room and use pupil kits.	Save laboratory- Increase utility.	No disadvantage	10
6 - Eliminate teacher's room and use library	Save rooms- Increase utility	No disadvantage	10
7 - Combine the domestic economy, agricultural work and canteen	Save two room- Increase utility	No disadvantage	10
8 - Construct mosque	Education goals	No disadvantage	10
9 - Construct multi purpose room.	Education goals	Increase cost	8
10 - Use two classrooms as multi purpose room	Save room	Not compatible with curriculum	6
11 -Use hand work room as multi purpose room.	Save room	One room	9
12-Use one room for art, music and multi purpose	Save 2 room	No disadvantage	10
13-Art/music/multi purpose room beside hand work room	Use two rooms as multipurpose room	No disadvantage	10
14- Decrease the area of music room (40x1.3=52.0)	Save area- Save money	No disadvantage	10
15- Decrease the area of hand work room (20x1.3=26.0)- boys only.	Save area- Save money.	No disadvantage	10
16- Linear shape school single loaded corridor.	Linear shape save area.	(SLC) waste area	9
17- Linear shape school double loaded corridor	(LS) save area (DLC)save area	No disadvantage	10
18- L shape school single loaded corridor	We can convert L to U shape	(SLC)waste area	8
19- L shape school double loaded corridor	We can convert L to U shape	No disadvantage	10
20- I shape school single loaded corridor	I shape save area	(SLC) waste area	9
21- I shape school double loaded corridor	I shape save area	No disadvantage	10
22- U shape school single loaded corridor	suitable for big school	(SLC) waste area	8
23- U shape school double loaded corridor	suitable for big school	No disadvantage	10
24- Court shape single loaded corridor	suitable for mediate school	(SLC) waste area	9

Fig. 11-Idea comparison .... ( Cont. )

IDEA	ADVANTAGE	DIS-ADVANTAGE	RANK
25- Court shape double loaded corridor	Suitable for mediate school	No disadvantage	10
26- H shape single loaded corridor	(HS) save area	(SLC) waste area.	9
27- II shape double loaded corridor	Suitable for mediate school	No disadvantage	10
28- Mixed hall & classrooms in four sides	Use mixed hall as a multi purpose room	No disadvantage	10
29-No corridor - 4 classes in each floor	Suitable for small school	School is separate units	10
30- Articulated shape single loaded corridor	suitable for big school.	(SLC) waste area.	8
31- Articulated shape double loaded corridor	suitable for big school	No disadvantage	10

The criteria weighing process shown in fig. (12) is designed to isolate important criteria and establish their weights or relative importance . In the analysis matrix shown in fig. (13) each alternate is listed and ranked against each criterion. The rank and weight of each constraint are multiplied and totalled . The alternates are then scored for recommended implementation .

**(3-5) Proposal Phase.**

The proposal phase, sometimes called the program planning and reporting phase , includes reviewing all proposed solutions to assure that the highest value and significant savings are really being offered , making a sound proposal to management and presenting a plan for implementing the proposal as shown in fig .(14) , 15, and (16).

**(4) CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS**

Value Engineering is the method used for improving the building value by improving the relationship between the building's function and its cost.

The VE job plan, supported by a number of techniques, is executed systematically in different phases . The objective is to identify and eliminate the unnecessary costs through the development and evaluation of value alternatives.

VE should always be part of the design process. A good designer is continually thinking of VE type thought all the time , weighing trade offs, comparing alternatives, studying , consulting with others, etc. All designers should understand, be familiar with , and welcome the VE process.

The benefit/ cost ratio of VE ideas is greatest in earlier stages of the design , and this ratio then decreases exponentially as the design proceeds .

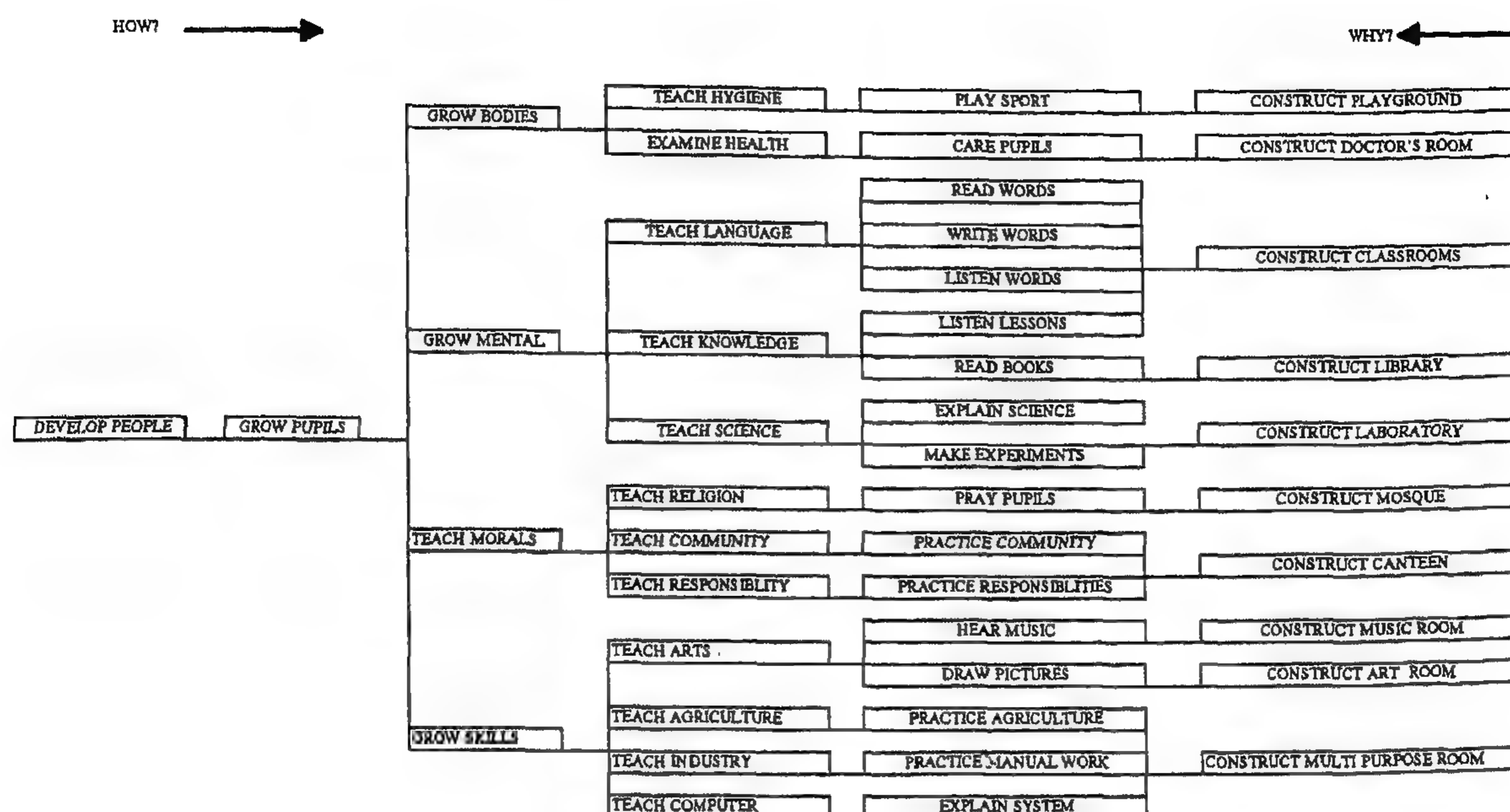


Fig. 9- F.A.S.T. for primary school

QTY	UN, SM	COMPONENT	FUNCTION		K	PRES, SM	WORTH SM	VI
			VERB	NOUN				
6	44	CLASSROOMS	TEACH	PUPILS	B	264	220	1.2
1	22	PREPARATION	TEACH	PUPILS	B	22	2.933	7.5
1	64	LABORATORY	TEACH	PUPILS	B	66.4	6.933	9.5
1	66	MUSIC ROOM	TEACH	PUPILS	B	68.2	8.667	7.8
1	56	KINDERGARTEN	SHELTER	CHILD	B	56	56	1.0
1	56	SHADOW AREA	SHELTER	CHILD	B	56	56	1.0
1	22	SECRETARY ROOM	SHELTER	PEOPLE	B	22	22	1.0
1	22	DOCTOR ROOM	CURE	PUPILS	B	22	22	1.0
2	98.	ACTIVITIES ROOMS	TEACH	PUPILS	B	207.	6.933	30.
1	56	LIBRARY	SHELTER	BOOKS	B	56	56	1.0
3	5.7	STORE ROOMS	STORE	OBJECTS	S	17.1		
2	22	TEACHER ROOMS	SHELTER	TEACHER	S	44		
1	15.	TOILET	SHELTER	STAFF	B	16	7.6	2.1
2	7.6	TOILET	SHELTER	TEACHER	B	15.2	15.2	1.0
2	24	EXIT	SHELTER	PEOPLE	B	48	16.0	2.0
8	22	STAIRS	PROVIDE	ACCESS	B	176	132.0	
2	13.	ADMINISTRATION	SHELTER	PEOPLE	B	27.6	27.6	1.0
4		CORRIDORS	SHELTER	PUPILS	S	283.3		
42	.12	COLUMN AREA	SUPPORT	LOAD	B	5.04	5.04	1.0
		PARTITIONS	PROVIDE	SPACE	S	190.2		
		TOTAL				1662	66.0	2.5

K- Kind

B- Basic

S- Secondary

VI- Value Index= Present/ Worth

Fig. (10) Function analysis



## INFORMATION PHASE

Study No. 1		Study Date 1-2-1993	
Study Title			
PRIMARY SCHOOL.( 6 CLASSROOMS MODEL)			
Name		Title	
Team Leader TAREK M.M MOSTAFA		CONS. MANAGEMENT	
Team member AMNA ABED EL -AAL SHAMIKH AMIRA ABED EL-HAKEEM SHAHINAS ABED EL-RAHEEM KAMEL RIZK ALI SAMER HASN MOHAMED MAHMOUD		PRIMARY SCHOOL-MANAGER ARCHITECT STUDENT STRUCTURAL ENGINEER CONS. MANAGEMENT ARCHITECT	
Describe Problem to be Studied			
1 - PROVIDE SHELTER FOR 200 STUDENTS ( GRADES : 1-5) 2 - PROVIDE SHELTER FOR 40 CHILDREN 3 - PROVIDE BASIC BUILDING SPACES CONSISTING OF : 6 CLASSROOMS 1 PREPARATION ROOM 1 LABORATORY 1 MUSIC ROOM 1 KINDERGARTEN ROOM 1 SHADOW AREA 1 SECRETARY ROOM 1 DOCTOR ROOM 2 ACTIVITIES ROOM 1 LIBRARY 3 STORE ROOM 2 TEACHER ROOM 4 TOILET 2 EXIT 2 STAIR 2 MANAGEMENT ROOM			

Fig. 7- Gathering information

Subjects	Grade (1)	Grade (2)	Grade (3)	Grade (4)	Grade (5)
Religion education	3	3	3	3	3
Arabic language	10	10	10	10	9
Arithmetic	6	6	6	6	6
Social studies	-	-	-	2	3
General knowledge & environment Activities	3	3	6	-	-
Science & Hygiene	-	-	-	2	2
Art education	2	2	2	2	2
Physical education	2	2	2	2	2
Music education	1	1	1	1	1
Handwork	-	-	-	2	2
Sum of sessions	27	27	30	30	30

Fig. (8) The Sessions and subjects in the primary school curriculum

such as : Toilets, mechanical rooms , electrical rooms, telephone closets, janitorial closets, lockers for maintenance , custodian staff , building management storage , and a loading dock . Support space also

includes " circulation space" for stairs , elevator shafts, elevator lobbies , and fire exit corridors.

Support space = 627.2 m<sup>2</sup>

Latent space is the area of the building taken up by its exterior walls , fixed interior core partitions, and shafts.

Latent space = 195.06 m<sup>2</sup>

GSA = NSA + Support space + Latent space

GSA = (NSA)/ (efficiency ratio )

1662 = (839.74) / ( efficiency ratio )

Efficiency ratio = 0.5

Min, area for a pupil in classroom = 1.1 m<sup>2</sup>

Min., area for a pupil in music / art room = 1.30 m<sup>2</sup>

Min. , area for a pupil in activity room = 1.3 m<sup>2</sup>

Girls / boys ratio = 1:1

The max. distance between the classroom door and the stair = 18 m

W.C for pupils in separated building.

It is necessary that good, accurate cost be obtained . These are just important to our future work in the job plan .

**(3-2) Function Phase :**

Fig (9) shows the function phase procedure.

**WHAT IS THE VALUE OF THE FUNCTION?**

To answer this question we must know the study plan for the primary school.

Fig.(8) shows the subjects and their sessions per week .

**WHAT IS THE WORTH ?**

Fig (10) shows the worth

**(3-3) Speculative Phase**

This is the creative stage of the value study. Generate as many ideas, processes or methods to fulfill the basic functions that the items under study must perform . Do not evaluate the ideas during this phase .

**What else will perform the required function ?**

**CAN THE DIMENSIONS BE CHANGED ?****(3-4) Analytical Phase**

In this phase the team examines the alternates generated during the preceding phase in order to select ideas worthy for further evaluation and investigation as shown in fig. (11).

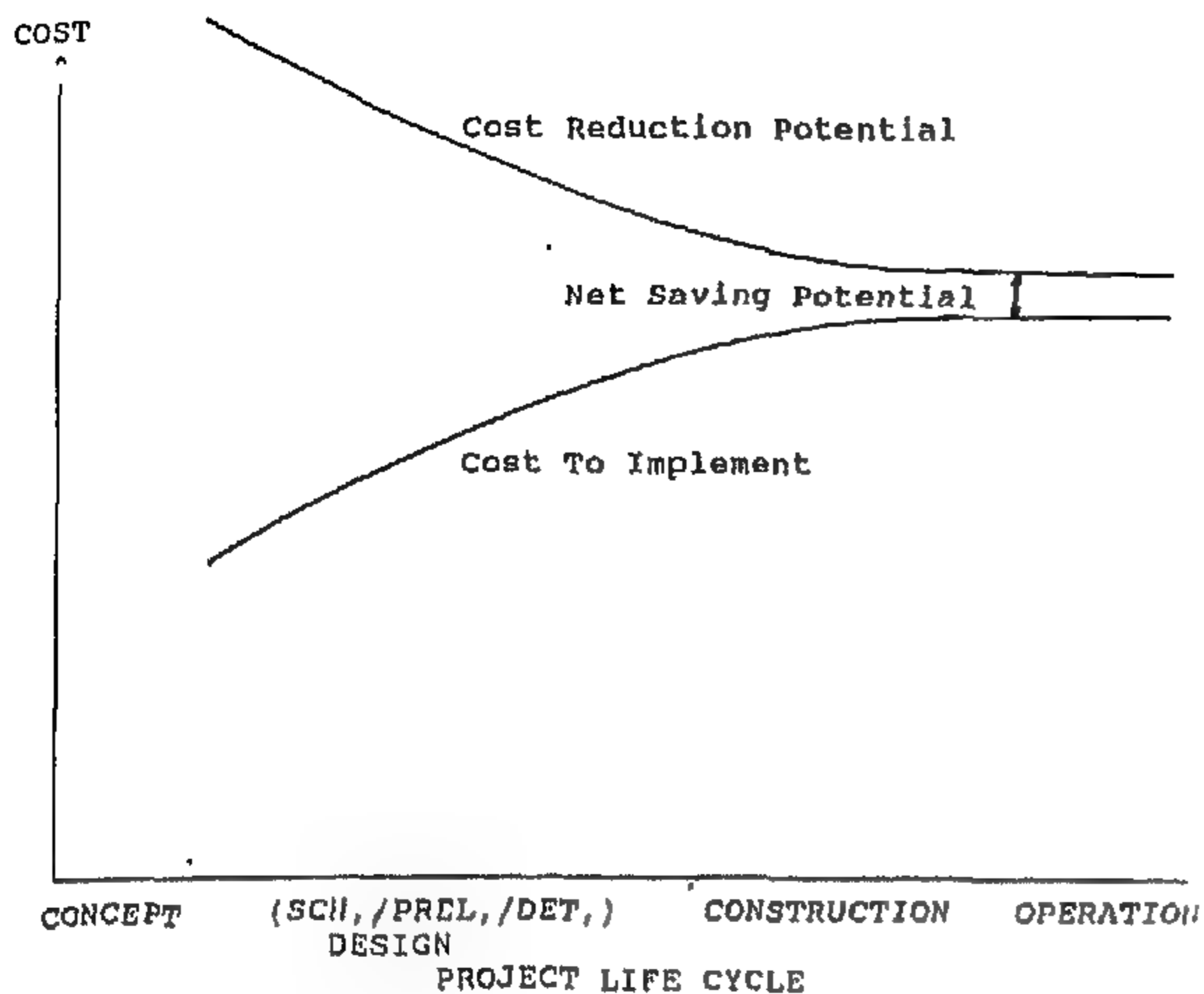


Fig. 2 - Net Saving Potential

### (3) CASE STUDY

The nature of school education and of the curricula which reflect its character and its trends is determined by the economic, political, and social conditions prevailing in the country concerned, and also by its culture, traditions, and ideals.

It is undeniable that education is bound up with the conditions in which different peoples live and that teaching tends to reflect the needs and aspirations of the communities they form.

#### (3-1) Information Phase

This is the first in-depth working phase of the job plan. We must answer the question

#### WHAT IS IT ?

The answer of this question is in fig. (3), (4), (5), (6), (7), and (8).

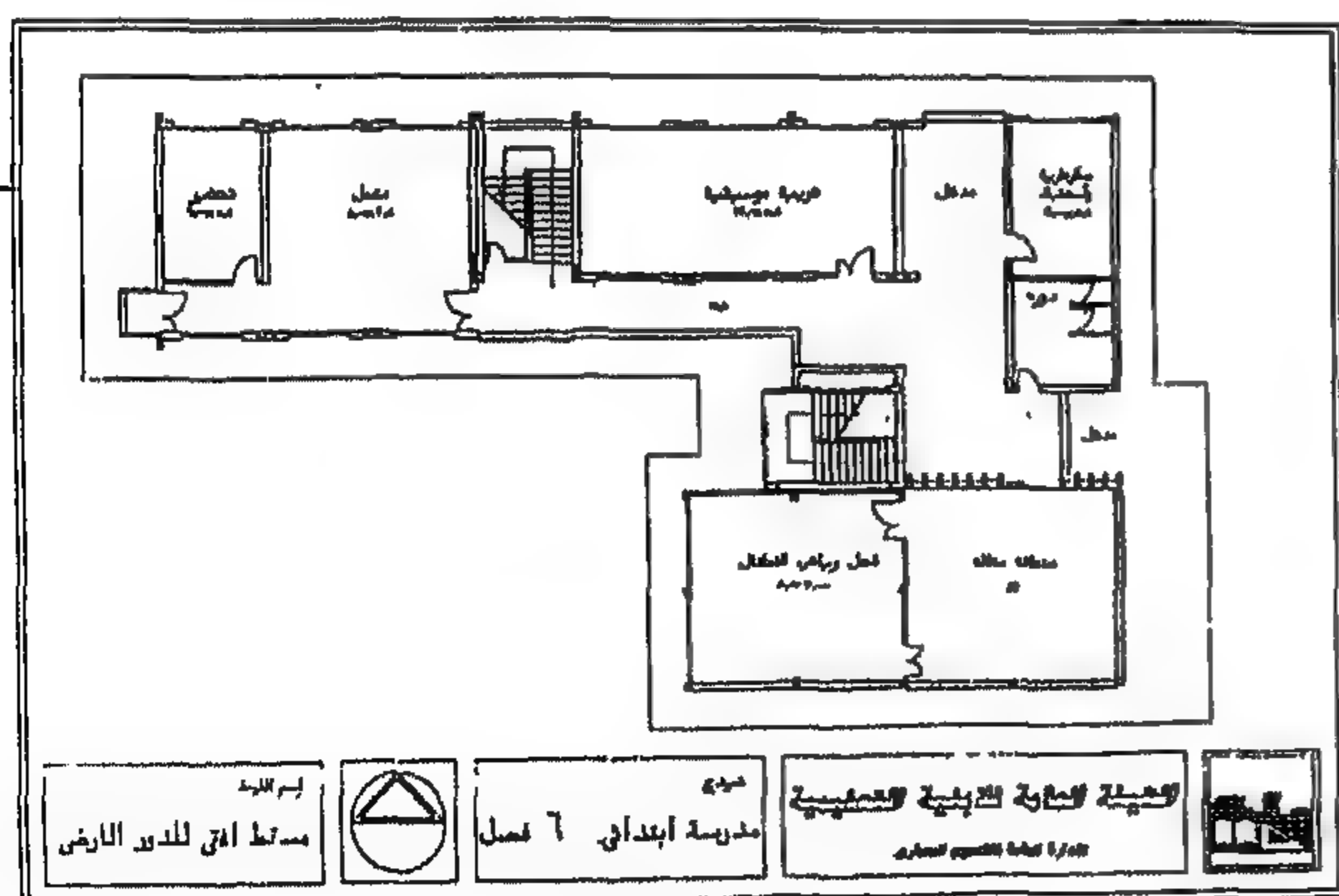


Fig. 3- Ground floor

It considers all the net areas of programmed usable space without regard to rental classification

Net square area (NSA) of the primary school (6 classes model) = 839.74 m<sup>2</sup>

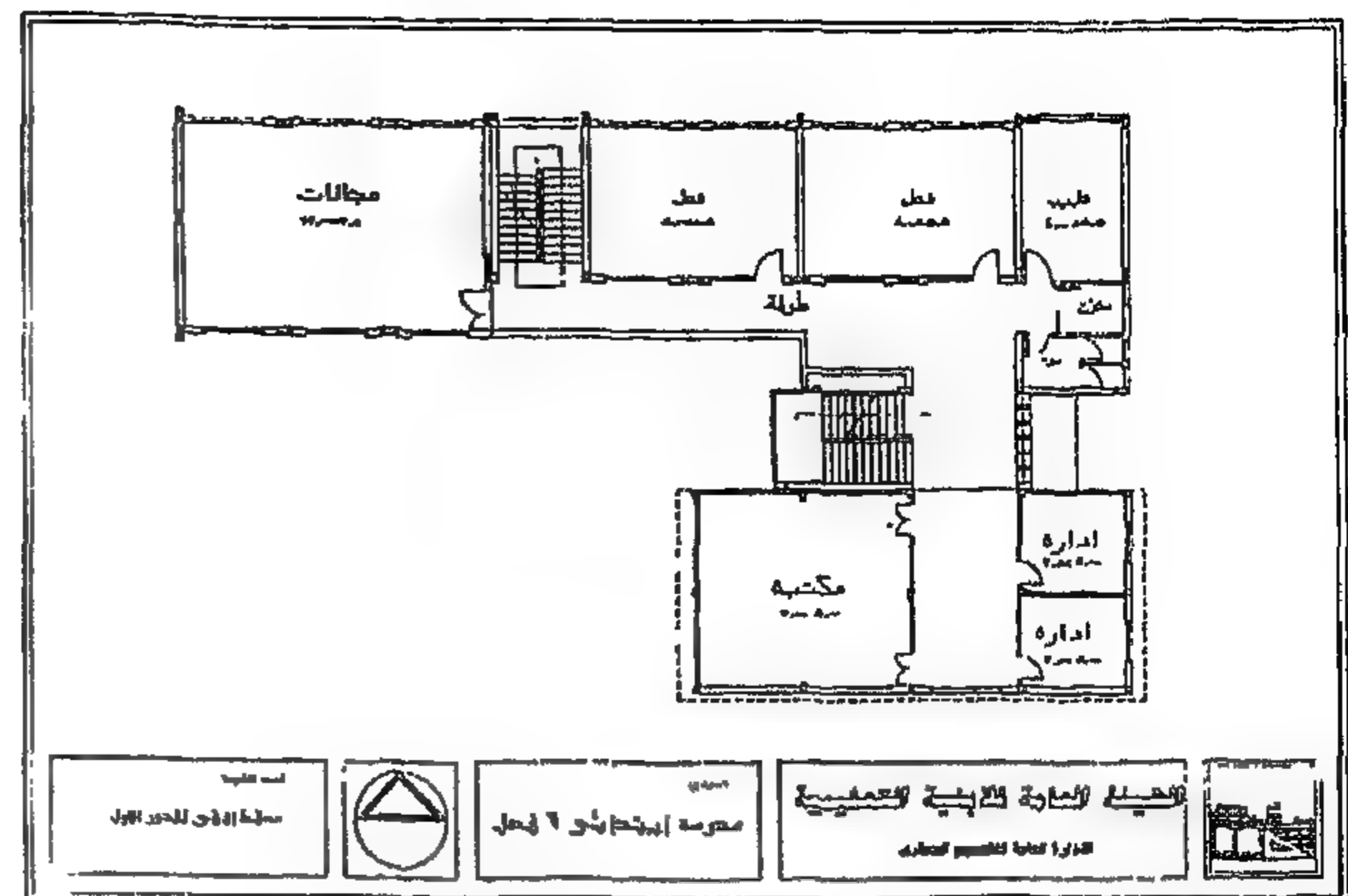


Fig. 4- First floor

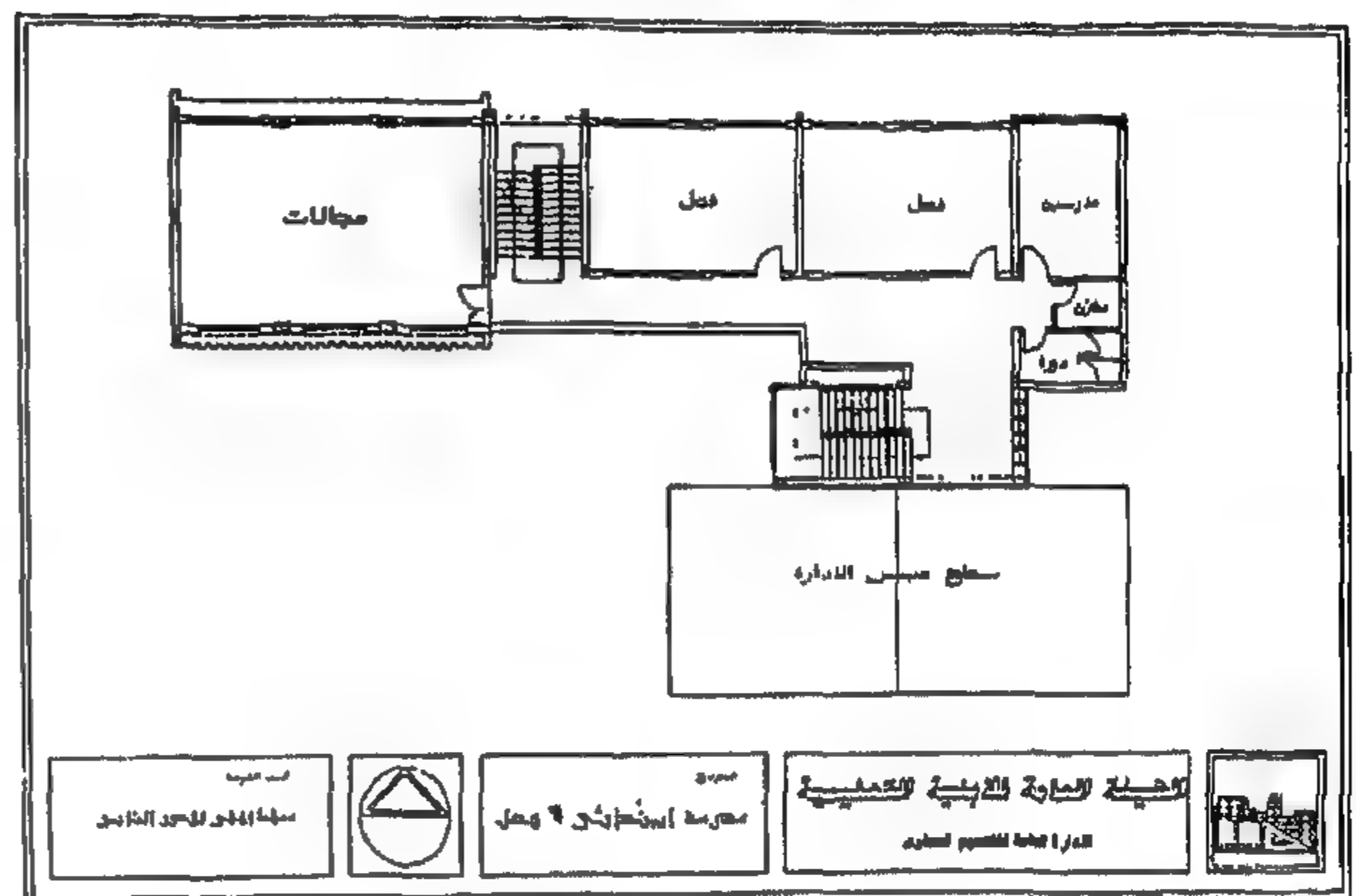


Fig. 5- Second floor

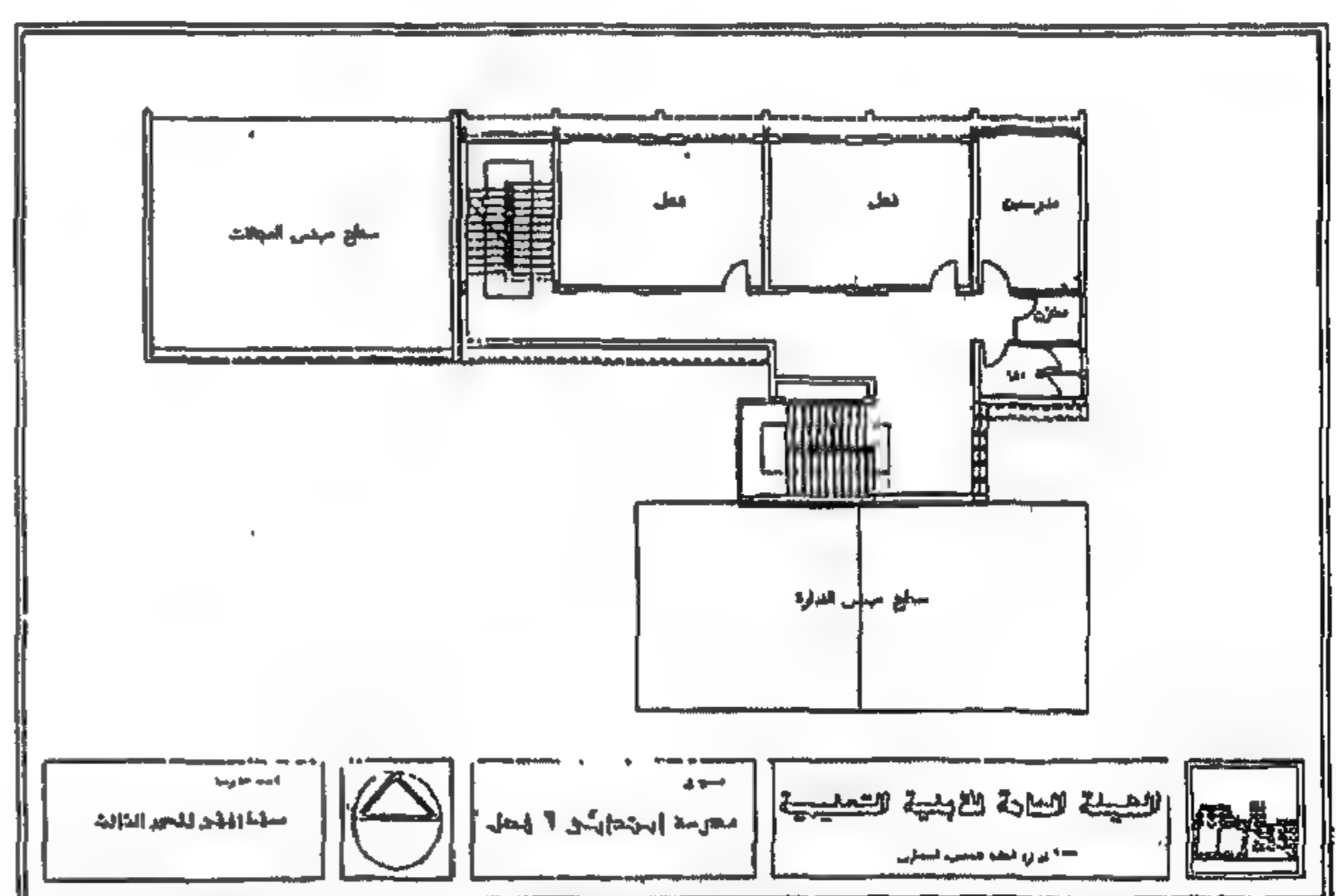


Fig. 6- Third floor

Gross square area (GSA) is the sum of the construction area of a building. Floors are measured to the outside finished surface of permanent exterior building walls. GSA includes all enclosed floors of the building, basements, mechanical equipment floors, and penthouses.

$$\text{Gross square area (GSA)} = 1662 \text{ m}^2$$

Building support space normally includes space to support the building population on each floor



critical path functions, supporting functions and unnecessary functions.

Function analysis and FAST are the keys to improve the value.

Total cost as defined contains three basic areas of cost which must be analyzed and related to each other at all times, These are :

Design cost , construction cost , and operation and maintenance cost.

Creativity is a basic element in the value engineering. It is the development of ideas new to the individual, while not necessarily new to someone else .

The creative process is a mental process in which past experience is combined and recombined to form a new combination which will satisfy some need . Creative thinking must produce useful ideas, not just ideas. There are a number of creative techniques available for problem solving situations; some are used by individuals working alone, others for use by groups. Group creativity involves a collective search for design solutions.

## (2) TECHNIQUES OF VALUE ENGINEERING

Technique of VE is described in Figure (1) This includes five basic phases :

### a- Information Phase

In which, the information sources , types, and cost model are to be discussed.

### b- Function Analyses Phase

In this phase, the difference between use function and aesthetic function , and the difference between basic and secondary functions are to be pointed out. The most important point is to determine the cost ,the worth, and value index (FAST ) diagrams used in the phase.

### c- Speculative Phase

During this phase of the job plan, principle questions are to be answered. The phase mainly serves to introduce new ideas on row to perform the basic functions. Different techniques are to be employed in this phase .

### d- Analytical phase

In this phase the team examines the different alternatives generated during the preceding phase and then develops them into lower-cost or energy- saving ideas and lists feasible alternates . Analysis by comparison, analysis by evaluation and life cycle costing are used to determine the best solution .

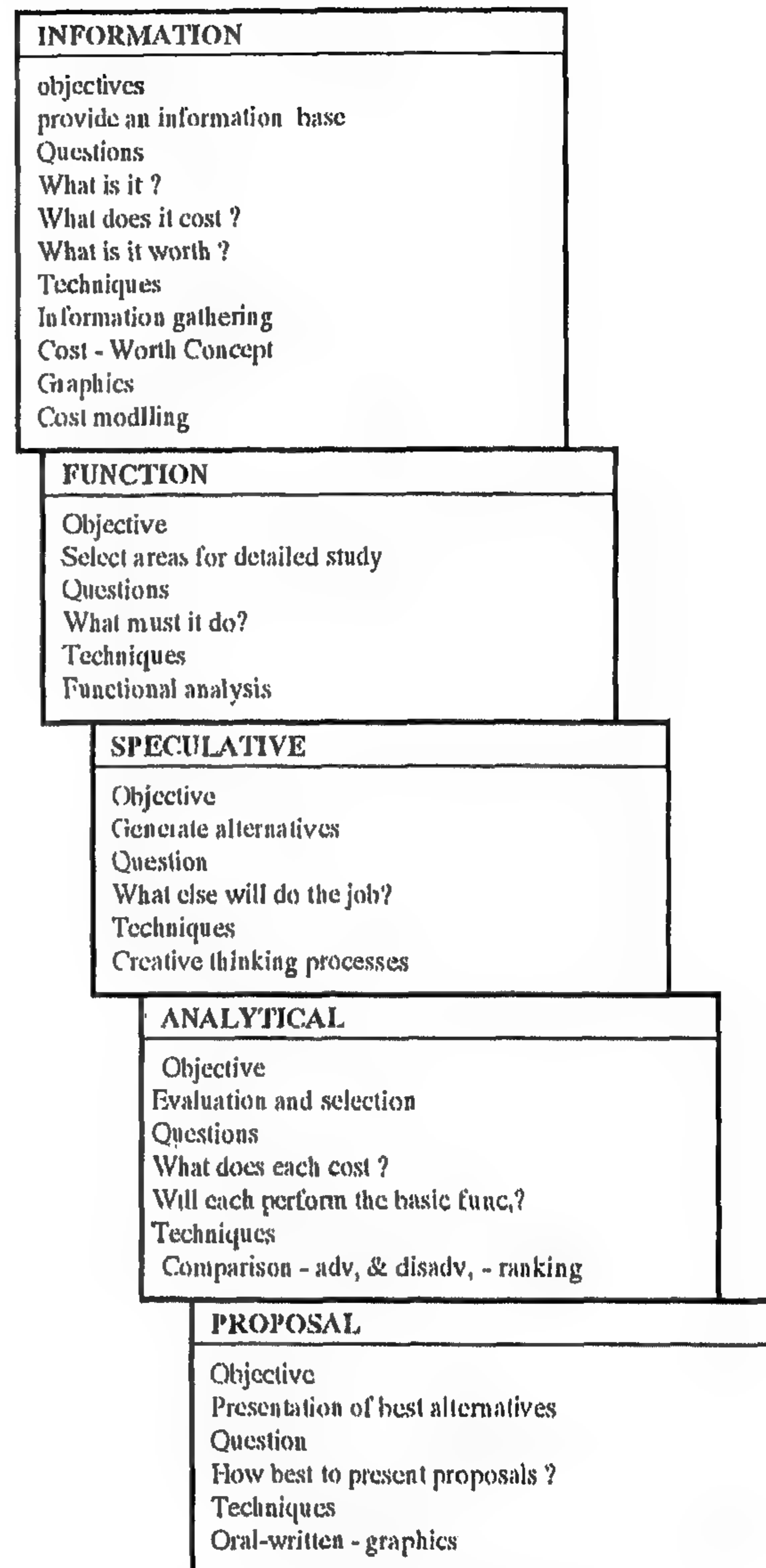


Fig. 1- Phases of the Value Engineering job plan

### e- Proposal Phase

The group must thoroughly review all alternate solutions being proposed to be assured that the highest value and significant saving are really being offered.

The most important factors affecting the selection of the appropriate time for applying VE are the volume of the savings and the degree of acceptance of the environment in which VE is to be applied.

Value Engineering can be applied in all the phases of life cycle of a building Fig.(2)

The most appropriate phase for the Value Engineering team to begin studying the building is after the schematic design phase .

## VALUE ENGINEERING IN SCHEMATIC DESIGN PHASE

By  
Eng. Tarek M. Moustafa<sup>\*</sup>, Dr. Ahmed H. Ismail<sup>\*\*</sup>, and  
Dr. Mohamed H. Elzanaty<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

Value Engineering is an important process that should be applied to have effective building. It is used for improving the building value by improving the relationship between the function of the building and its cost.

Value Engineering examines function and eliminates unnecessary cost without affecting quality. It can be applied in all the phases of the life cycle of a building: concept, design, construction, operation, and maintenance.

The most appropriate phase for the Value Engineering team to begin studying the building is after the schematic design phase.

This study introduces the Value Engineering Methodology, technique, process, and the requirements to apply it. It focuses on the schematic design phase. The thesis demonstrates the application of the Value Engineering on a case study, primary school schematic design.

The study shows the benefit of using the Value Engineering approach.

### (1) VALUE ENGINEERING METHODOLOGY

Value Engineering is the systematic application of recognized techniques which identify the function and provide the necessary function reliably at the lowest overall cost.

The value Engineering systematic approach is concerned primarily with the economic value. Value as used in the systematic approach is defined as, "the lowest cost to reliably provide required functions or service at the desired time and place and with the essential quality".

Economic value in fact comprises four specific kinds of value, each of which is descriptive. They are: Use value (need), esteem value (want), exchange value (worth), and cost value (life cycle cost).

The function is the end result desired by owner, and it is what is paid for. Function analysis allows decision makers to determine (Why) a building is being designed and (How) a design is to be executed. It describes this purpose in direct term using verbs and nouns, and it assigns both actual cost and minimum cost to each function in order to measure whether good value for the owner

or user will be achieved by the building. Use function and aesthetic function serve the needs of owner and user. Use function involves an action that both owner and user want it to be performed. They want space provided, rain excluded, air cleaned and the environment heated or cooled within a certain range of tolerance. Aesthetic function pleases the owner and users of the facility. Owners want a color, shape, aesthetic "Look" texture, and a view that will please themselves as well as the users of the building.

Once the use and aesthetic function have been identified they are further classified as either basic or secondary. Use and aesthetic function reflects the primary reason for the existence of the building. A basic function satisfies owner-user needs, not desires. Secondary functions are those featuring the owner-user desires beyond needs.

Function Analysis Systems Technique (FAST) uses a graphics technique to show the logical relationships linking the various functions of a building. It is a structured method of function establishing

\* Civil Engineer.

\*\* Assistant Professor, Faculty of Engineering, Cairo University.

\*\*\* Associate Professor, Faculty of Engineering, Cairo University.



Tremendous was the improvement in gas reserves and utilization: Gas is now a core of our strategy. In the local market, the main objective is to continue implementation of the Natural Gas Option. In anticipation of Egypt's role as a gas exporter, the objective is to develop additional reserves and to set up the structure for this stage. Gas is gaining tremendous momentum as a privileged, friendly source of energy in regional and international co-operation . Egypt intends

to use it as an essential element in developing relations between regional partners.

We are aware that gas export is a challenging objective and needs extraordinary efforts in order to be achieved . Given the positive relationship that has existed between the Egyptian Petroleum Industry and the international oil community for a long period of time, we are confident that this challenge will be successfully met.

center for the gathering and sorting of natural gas could be set up in Egypt. The gas handled in this center will not necessarily involve Egyptian gas only. At the beginning, it can be based on the exportable amounts available from Egyptian territory, but subsequently, or even simultaneously, it could also handle natural gas from reserves located well beyond Egypt's boundaries as far away as it is technically, economically, and politically feasible.

## V. REGIONAL AND INTERNATIONAL GAS ISSUES

Before exporting gas, we as a part of the international gas industry need to consider the following issues:

1. **Promote fair gas pricing based on the environmental advantages gas offers to the consumers.** Industrial countries have been thinking of heavily taxing crude oil and derivatives - unjustly blaming oil for pollution of air and water to hide political reasons behind this stand. Although the oil industry is against holding oil as the pollutant fossil fuel, gas - the least pollutant of fossil resources - ought to obtain a higher market price per calorie than other forms of fossil energy.

Current gas prices compared with those of oil are not fair either on the basis of calorific content or environmental advantages gas has. Natural gas is an environmentally friendly and efficient fuel. It possesses unique combinations of chemical and physical properties which make it a highly desirable energy source.

Low CO<sub>2</sub> emissions emanate from combustion; its gaseous state allows for an optimal mixture with air. These benefits when combined with competitive pricing explain the popularity of gas in environmentally conscious areas.

2. **Establish a world gas market.** There is no world gas market today in a way similar to that of oil. One may talk about three or four distinct markets: one for Europe, the second for Asia, and the third for North America; the East and North Mediterranean may form another market area. In general, those markets are segmented and consist of groups of bilateral and multilateral agreements. This means that gas until now is still considered a regional commodity. Gas as an international commodity is still young, relative to oil which is now a mature world market that has 40 to 50 years of history and achievements. Despite the fact that gas has its specific transportation and requirements for handling and processing, the gas

industry needs to study and learn from the experience of oil to avoid practices that may lead to destabilizing the market. The purpose of studying the case of oil is to accelerate the process towards having a single world market for gas.

The best set-up to be chosen in view of these considerations is the one that serves the interests of Egypt and promotes a fair relationship with commercial partners. It can be said that Europe offers interesting prospects for Egyptian gas export. Natural gas is gaining more ground in the energy balance of the European OECD countries. Over the coming 15 years, consumption is expected to rise, going from 342 BCM to 536 BCM per year. Thus, natural gas share in European OECD countries' total primary energy consumption is expected to rise from today's 18.4% to as much as 26% by the year 2010. European OECD countries' natural gas imports today are 152 BCM a year, thus accounting for 26% of their total gas consumption. By 2010, additional 151 BCM will have to be imported, i.e. about 60% of the Community's total gas consumption.

While gas reserves are plentiful and enough to cope with the increase in demand, those reserves lie mostly in countries distant from Europe. Apart from the Netherlands and Norway, new imports could come from: the former Soviet Union, Algeria, and over the long term from Egypt and other African countries as well as from the Middle East.

Over time, gas development in Egypt's neighboring countries could lead to integrated gas economies in sub-regional contexts. The creation of supply structures between the various economies of the Mediterranean area will make it possible to consolidate links between the countries involved, and such ties can demonstrate a stability which will withstand political problems during the most acute crises. The basic considerations in these projects should be economical where ultimate profits are expected for many years to follow. This close connection between various countries can create a favorable atmosphere of mutually interrelated development plans.

## VI. CONCLUSION

Development of oil and gas resources fits in a set of integrated strategies that aim at securing Egypt's short and long term energy needs and maximizing returns to the Egyptian economy. Improvement introduced in the model of the Egyptian concession agreements have helped increase investments and improve Egyptian record of oil and gas reserves. However, Egypt's oil reserves are still modest compared to major producers.



to familiarize the society with gas has witnessed an outstanding achievement : natural gas contribution in the local market has been around 34% of the primary energy in 1995, compared to the world figure of around 23% which is a favorable climate for more utilization of natural gas to facilitate its penetration into the energy market .

World wide, natural gas is now considered by many of the experts as a bridge between the era of extensive utilization of heavy fossil fuels like coal and fuel oil, and the era of utilization of new and renewable energies, which is expected to have more contribution to energy requirements in the next five decades . Therefore, further expansion in gas utilization is expected and should be planned for .

#### IV. Ambitions of the Egyptian Gas Industry

As the Egyptian gas industry has now established and set up its policies, the next phase will be a phase of maturity and diversity of natural gas market opportunities :

**1. In the local market**, the main objective is to continue implementation of the " Natural Gas Option " in the conventional markets. In order to achieve this objective, infrastructure for gas transmission and distribution has to be upgraded through the implementation of the recommendations of the gas master plan. The currently proven reserves have to be developed and put on-stream in a timely manner in order to bring gas supplies into balance with demand before the end of the century.

**Another major local objective** is to maximize exploration efforts in gas prone areas, and to add sizable gas reserves to the current proven reserve base. The latest technological advances offered by experience of international petroleum companies will be utilized to facilitate the future development of gas reserves.

**2. In Anticipation to Egypt's Role as a Gas Exporting Country**, the objective is to increase the currently proven gas reserves as additional exploration efforts are pursued in gas prone areas . The growth in gas reserves now gives rise to the possibility of Egypt entering the ranks of international suppliers of gas.

When we look at prospects for the future, one wonders whether Egypt should really envisage gas export projects while certainties on the reserves have not yet been consolidated and the domestic market is not yet fully satisfied . The answer has already come from an important foreign partner who actively shares in the development and investment in Egyptian Oil

and Gas :

" As a representative of a company that knows well the geology of Egypt, I can say that the magnitude of the reserves already proven, as well as those of the probable and possible reserves, is such as to satisfy the rising demand for a long time to come, and to undertake ambitious export projects as well ".

We believe that Egypt can take up the challenge of becoming a new and significant center for gas exportation. Egypt, therefore, must not miss this opportunity of becoming a leading gas exporter as well.

Studies concluded that economic export plans for the immediate future could be best achieved through pipelines to the Mediterranean countries north east of Egypt.

Egyptian gas reserves can comfortably cover the demand of those countries in addition to the domestic demand .

The presently on-going exploration activities of the international companies in Egypt indicated the possibility of larger reserves that may allow start of an LNG industry to expand Egypt's export plans to reach South Europe by tankers or alternatively by pipelines to the north east or the Mediterranean .

Focusing on the present plans and in the preparation of the Future exports of gas, a joint stock company "Egypt Trans-Gas Company, ETGC" was established under the investment law 230/1989 with the objective of setting up transportation systems and facilities for this purpose inside and outside Egypt. ETGC is incorporated between three shareholders : Each of Amoco and Agip holds 33% equity and Egypt Gas holds 34% equity in ETGC.

Egypt has major qualifying assets for the future role of gas exporter. Thanks to its unique geographical position, Egypt is the link between the Middle East, Africa, and Europe. In addition to the geographical factor, Egypt enjoys friendly relations with all the nations to the North, South, East and West . It also has the Gulf of Suez and the Suez Canal , which form a compulsory passage for any sea borne supply from the Middle East to the Mediterranean and Europe.

For all these reasons, Egypt possesses all the necessary requirements to become a gas exporter, and an important gathering and sorting platform for the supply of natural gas to Europe. Egypt can play an even more important role in the gas business than it presently does in the oil industry . The concept is that a



covers most of Egypt.

C. Commercial gas utilization in Egypt started in the early 70's. By the 1980's, the Egyptian gas market approached maturity by having established a steadily growing demand, a gas distribution network, and an adequate gas supply from the existing fields. Today, Egypt is producing an average of 1,600 million cubic feet of gas per day. It is worth mentioning here that Egypt is the first country in the area to pioneer domestic, commercial gas utilization and to convert 80% of its thermal power generation stations to the use of natural gas.

D. During the past two years, Egypt's gas reserves were doubled to reach 22.3 TCF by the addition of new discoveries, mainly in the North Delta Area and the Western Desert. The development plans indicated higher production levels that will exceed the Egyptian market requirements by the end of 1999. At this stage, planning for export of gas from Egypt has started.

**3. The third main element of our energy strategy is to support and promote energy policies which involve environmental benefits, and reduce pollution generated by end users of hydrocarbon products.**

The approach taken in this concern is through the use of less polluting fuels and through applying technologies that reduce the detrimental effects of combustion products. Natural gas, being the least polluting fossil fuel, has proved to be the best candidate to achieve this approach, based on its availability in reasonable quantities allowing the production of natural gas at increasing rates. There are examples to cite in this occasion:

1. Combined cycle power generation is an example of the new technology applied in power generation to reduce polluting effects. It is well known that the efficiency of gas fired combined cycle power plants is 10- 15% higher than the conventional thermal power generation. This brings appreciable reduction in fuel consumption and pollution per unit of energy produced.
2. Further gains in gas use for power generation is the pioneering step of applying Natural Gas in Central Conditioning Systems. It is a new application that has been put under study for the first time in the region. It is worthy to mention that in addition to its technological suitability, economical and environmental advantages, using Natural Gas in this approach will provide 40% savings in power

compared to the traditional method of using electricity in mechanical refrigeration.

3. Another example of our efforts to promote clean, less polluting energy is the promising application of natural gas as a vehicular fuel. Vehicles are significant source of airborne toxic pollutants, such as lead compounds, organic pollutants, nitrogen oxides and carbon oxides. Moreover, the number of vehicles is continuously increasing, a trend expected to continue when better living standards are achieved upon the implementation of development plans. Switching to natural gas in transportation will mitigate the environmental effects of pollutants resulting from liquid fuels. Large scale application to include areas outside of the oil sector is being promoted.

Egypt has recently established two companies to convert vehicles to use compressed natural gas (CNG), and to construct refueling stations to supply compressed natural gas to converted vehicles. Plans to extend use of CNG to public transportation have already been implemented. The converted vehicles will operate on the dual gas / fuel system. The cost of conversion will be recovered through savings realized from using the gas, which is 50 percent lower than the cost of gasoline.

In addition to environmental benefits expected from using gas in public transportation, the project will offer work to many persons either through direct employment or indirectly through satellite small industries that will be associated with the project.

### III. Natural Gas : The Core Of Our Strategy

It is obvious that " the Natural Gas Option " has become the core of our energy strategy ; namely, safeguarding the environment, supporting local demand on energy and keeping the situation of the country as a net oil exporter.

The successful implementation of the " Natural Gas Option " was supported by the action plan of the Ministry, namely :

1. Establishing an infrastructure for gas transmission and distribution pipelines from production fields to consumption areas ;
2. Upgrading the infrastructure to accommodate future increases in supplies and consumers demand ;
3. Introducing the most up-to-date technological advances and promoting its use in the gas industry ;
4. Providing a favorable climate for more utilization of natural gas to facilitate its penetration into the energy market. It is worth mentioning that our effort



energy. Hydrocarbon demand has doubled during the period 1980- 1995 to reach 29 million tons oil equivalent .

Natural gas was long considered the " poor relative" among the primary sources, but now it is becoming one of the main items in the Egyptian national energy balance. The increase of natural gas share in the Egyptian energy market has proved to be the proper solution to satisfy local demand and at the same time, achieve optimum utilization of natural resources.

Gas contribution to local demands has been relatively quite recent. Only in 1967, the first and the biggest gas field , Abu Madi, was discovered in the Delta and was developed six years later, in 1973. Starting from the second half of the 70's, there has been a continuous increase in commercialized production. In 1976, the figures of production were approximately a quarter of a billion cubic meters per year; in 1980, about 2.5 billion cubic meters; in 1986, roughly 6 billion; in 1993 about 11 billion; in 1994 approximately 12.5 billion ; and in 1995 around 13.8 billion cubic meters .

Extending gas use to new areas of application had allowed the country to reduce its oil consumption by an amount equivalent to the energy entering the domestic economy in the form of gas (about 340,000 barrels of oil per day) . This policy of increasing gas share into local market was mandatory, to face the increase in local demand for energy and to maintain the quantity of oil available for export.

This gas policy reflects a farsighted view dealing with natural gas as an integral part of a comprehensive energy development plan. In addition to the switch over to natural gas, the Ministry of Petroleum is promoting the use of energy efficient options to avoid depleting primary energy resources at high rates. Gradual price adjustment and industrial advisory conservation services were effectively utilized to achieve higher efficiency of resource utilization .

**2. The second element of our oil and gas strategy is to ensure an oil and gas reserve base capable of supporting the long term development plans and, at the same time, generating revenues to support the financial situation of the country .**

The market we face is dynamic, and competitive . In this case, attracting more investments requires quick response to changes in the international market. So, substantial improvements to the terms of the concession agreements were introduced:

1. A new gas clause was initiated in 1988. This in turn,

encouraged exploration for gas as it extended the agreement stipulation for oil to cover associated and non- associated gas. Egypt remunerated the foreign partners through buying the profit and cost recovery gas using a pricing formula based on parity with medium sulfur fuel oil. The introduction of the gas clause encouraged exploration and resulted in major discoveries of gas in the Western Desert .

2. In 1993, with the increasing emphasis on the preservation environment, the gas valuation formula was revised to reflect parity with crude oil instead of medium sulfur fuel oil to further encourage gas exploration in Egypt. This revision attracted new exploration agreements and intensified exploring for gas, and has lead to the major discoveries offshore the Nile Delta in the Mediterranean. As a result, Egypt's gas reserves were doubled in less than two years .
3. A fair contractual policy in the process of awarding concession areas was established . All data relevant to the offered areas are made available to all bidders.
4. In the new agreements, the maximum recovery period of capital expenditure was reduced to 5 years, the Ministry of Petroleum accepted the geological/geophysical option to encourage foreign partners to work in remote areas .
5. The Egyptian private sector was encouraged to participate in the upstream activities. The Ministry of Petroleum is now providing Egyptian partners with the necessary assistance in order to succeed and to constitute a pillar for the Egyptian economy in the future .

The success of this model can be obviously seen from the net results achieved:

A. From 1973 until now, Egypt concluded and successfully implemented 216 production sharing agreements with 48 partners including five private Egyptian investors. A total of 20.3 billion US dollars were spent up to the end of 1995 on long- term investment on different activities . More than 47% of the total area of Egypt is covered by concession agreements. In addition, the vast experience gained in the implementation of these agreements attracted several countries in the area such as Syria, Yemen, etc. to use similar models in the development of their oil and gas industry .

B. There are now 12 offshore and onshore gas fields including 79 wells. All produced gas is consumed locally and is transported through a high pressure natural gas network of approximately 2900 kilometers. This network constitutes " The National Grid " that





## THE EGYPTIAN GAS INDUSTRY : STRATEGIES, ACHIEVEMENTS, AND AMBITIONS \*

By  
**Dr. Hamdi El Banbi**  
Minister of Petroleum, Egypt

### ABSTRACT

Oil and gas play complementary roles in Egypt's energy strategy. Effective planning of energy activities has become a common issue in relation to using energy resources. The Egyptian case is not an exception; optimum utilization of natural resources in addition to effective co-ordination between development and environment has led to the evolution of an energy strategy encompassing oil and gas. This strategy is currently being successfully implemented. This paper elaborates on the main elements of the Egyptian petroleum strategies, with special emphasis on the case of natural gas.

The Natural Gas Option has become the core of our energy strategy. The successful application of this strategy is very essential in safeguarding the environment, supporting local demand on energy and keeping the situation of the country as a net oil exporter. In addition, Egypt can become a regional gas exporter. In anticipation of this role, the objective is to develop additional reserves and to set up the structure for this stage.

Gas is gaining tremendous momentum as a privileged, friendly source of energy in regional and international co-operation. Egypt intends to use it as an essential element in developing relations between regional partners.

### I. INTRODUCTION

Gas development has not been considered separate from other forms of energy, especially oil. Both oil and gas play complementary roles in Egypt's energy strategy. Before elaborating on Egypt's gas strategy, I would like first to say few words about future energy demands worldwide.

The long - term forecast of energy demand indicates that the current trend of increasing worldwide energy consumption will continue. A new factor that shall accentuate this trend is that energy consumption in developing countries will soon become a large element of the market. These countries will need more and more energy in order to achieve sustainable development for their ever growing populations. Demand for oil is projected to grow in real terms at a rate around 2% per year. At present, excess oil-production capacity is within 2 MMBOPD and supply will continue to exceed demand, probably till the year 2005. By the year 2010, demand can outstrip production by as much as 11 MMBOPD.

Whether we like it or- not, depressed oil prices will continue to be our companion as we march forward into the 21st. Century, at least till the year 2005.

and to add new reserves, has no alternative but to apply the latest state-of-the-art technology, to heavily invest in oil and gas new ventures and to cooperate in securing a supply of energy for our future generations.

Although proven reserves of oil and gas in the producing countries will secure continuous energy supplies on the long run for their domestic markets, effective planning of energy activities has become a common issue in relation to using energy resources. The Egyptian case is not an exception; optimum utilization of natural resources in addition to effective co-ordination between development and environment has led to the evolution of an energy strategy encompassing oil and gas, which is currently being successfully implemented.

### II. OIL AND GAS STRATEGIES AND ACHIEVEMENTS

After these words about long- term forecast of energy demands, we shall elaborate on the main elements of the Egyptian petroleum strategies, with special emphasis on the case of natural gas.

1. The first element of our oil and gas strategy is to satisfy increasing local demand on primary

\* Paper Presented at the French Businessmen's Association, 14 May 1996, Cairo, Egypt.



## CONTENTS

### ARABIC SECTION

- **Municipalities**  
Prof. Dr. A.Kh Allam . . . . . 3
- **Designing with Behavior Settings :**  
**An Appoach to a Cultural Appropriate design**  
Dr. Ahmed M. Salah Ouf . . . . . 5

### ENGLISH SECTION

- **The Egyptian Gas Industry :**  
**Strategies , Achievements , and Ambitions**  
Dr. Hamdi El Banbi . . . . . 3
- **Value Engineering in Schematic Design Phase**  
Eng. Tarek M. Moustafa  
Dr.Ahmed H. Ismail  
Dr.Mohamed H. Elzanaty. . . . . 9
- **Installation of Air- Conditioning**  
**Equipment on Apartment Building Facades:**  
**Architectural Considerations and Details**  
Dr.Ahmed H. Sherif  
Eng. Mohamed G. Zein Eldin . . . . . 18
- **Natural and Innovated Heating and Ventilating**  
**Systems Applied to Buildings in Rural and**  
**Isolated Areas**  
Dr M. Kamal Gohar  
Dr. Fatma A. Mohamed . . . . . 29
- **Cairo : Amid Formidable Transportation**  
**Challenge and Searching for Solutions**  
Dr.Ossama Abd Elrahman . . . . . 33
- **Evaluation of the Length of Partially Lined**  
**Channel**  
Dr.Ahmed I. Al-Amoud  
Dr.Helmi M. Hathoot . . . . . 39

- **Energy Storage in Compressed Air**  
Dr. Kamal Ahmed Abed . . . . . 46
- **Measurements of Roughness Profiles for**  
**Surfaces Having Random Heights**  
**"Comparison between Lapped**  
**and Ground Surfaces"**  
Dr. S. Z. Zahwi  
Dr. A. M. Moussa  
Eng A.M. Mckawi . . . . . 50
- **Wind-Related Heat Losses in Mixed Flow**  
**Condition over Solar Collector Cover**  
Dr.W. H. Tadros  
Dr. M. E. El swify . . . . . 55
- **Investigation of Capacity Factor of Wind**  
**Turbines**  
Dr. K. A. Abed  
Dr. A. A. El Mallah . . . . . 61
- **An Indirect Method for Measurement of**  
**Electric Resistivity of Conducting Bars**  
Dr. Fayez Youssef  
Dr.Nadia N. Tadros . . . . . 64
- **Theoretical and Experimental Comparison**  
**between Transversal Flux and Travelling Wave**  
**Induction Heating**  
Dr. Hisham El Khashab  
Dr. M. Shaker El Markabi  
Eng . M. Kamel Said . . . . . 69
- **Treatment and Reuse of Sewage Sludge**  
Dr. Fayza A. Nasr . . . . . 74

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 2 - 1996

ISSN 1110 - 1253

## EDITORIAL BOARD

Editor - in - Chief  
Dr. EL-HEFNAWI, M.

Deputy Chief Editor  
Dr. SAKR, M. F

Treasurer and Gen. Sec.  
Dr. ABD EL-HALIM, A.R.

### Members:

Dr. ABDEL-GAWWAD, T.  
Dr. ABUZEID, M.  
Dr. ALLAM, A. K.  
Dr. AMER, H.  
Dr. EL-ADAWY NASSEF, M.  
ENG. EL-ASFOURY, A.M.  
Dr. EL-HASHIMY, M.M.  
Dr. EL-SOBKY, S.  
Dr. HAWWAS, M. ZAKI.  
Dr. KAMEL, A.M.  
Dr. SELIM, M.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

- \* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
- \* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
- \* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
- \* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
- \* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
- \* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
- \* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
- \* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

### Abroad

Individuals	75 US \$
Organisations	500 US \$



## ● تصدر المجلة ربع سنوية

● ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .

● تنشر المجلة المقالات التي تسهم في رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .

● تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة ABSTRACT بكل من اللغتين .

● المجلة غير مسؤولة عن الآراء والمحتويات التي تنشر وهي تعبر عن كاتبها فقط .

● تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .

● يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفي سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا في حالات استثنائية وسيصغر أى منحني إلى تلك المقاسات .

ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .

● يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

## اشتراكات المجلة :

### ● داخل البلاد :

الاشتراك السنوى للمهندسين ٢٠ جنيها

الاشتراك السنوى لغير المهندسين ٥٠ جنيها

الاشتراك السنوى للهيئات ٥٠٠ جنيها

### ● بالخارج

للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .

والهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنوياً .

وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

## هيئة تحرير المجلة

رئيس التحرير

دكتور مهندس / مصطفى الحفناوى

نائب رئيس التحرير

دكتور مهندس / محمد فهم صقر

أمين الصندوق وسكرتير التحرير

دكتور مهندس / عبد الرازق عبد الحليم

## اعضاء

دكتور مهندس / احمد خالد علام

دكتور مهندس / توفيق عبد الجواد

دكتور مهندس / حامد حسنين عامر

دكتور مهندس / صلاح السبكي

مهندس / عبد الملك العصفورى

دكتور مهندس / على محمد كامل

دكتور مهندس / محمد زكى حواس

دكتور مهندس / محمد العدوى ناصف

دكتور مهندس / محمد محمد الهاشمى

دكتور مهندس / محمود أبو زيد

دكتور مهندس / محي الدين سليم

## محتويات العدد

### القسم العربى

- التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية (٤)  
تطبيق فى تصميم الفراغات العامة  
د. أحمد محمد صلاح الدين عوف ..... ٣
- بلديات  
أ. د. أحمد خالد علام ..... ١٢
- تأبين :  
- المرحوم الدكتور محمد فهم صقر ..... ١٣  
- المرحوم الدكتور على محمد كامل ..... ١٤  
- المرحوم المهندس عبد الوهاب سليم البشرى .. ١٦
- تأثير استخدام مصادر الطاقة المتجددة على تخفيض  
انبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون  
د. عطية الملاح  
د. كمال عابد  
د. مرفت بدر ..... ٣٨
- التحليل النظرى والتقييم العلمى لسخان ماء شمسى  
محسن من النوع المتدمج  
د. وجيه حافظ تادرس ..... ٤٢
- تحمل الدوائر التى تصحح خطأ واحد للأعطال  
ذات الاتجاه الأوحده  
د. حسنين حامد عامر ..... ٥١

### القسم الأفرنجى

- تدنى أسعار البترول وأثره على متطلبات  
الاستثمار وتكامل صناعة البترول والغاز  
د. حمدى البنى ..... ٣
- الوضع الثانى للكسر فى الخرسانه  
د. نبيل عبد البديع يحيى ..... ٩
- تصميم دعامات الكبارى ذات الرعوس المنفرجة  
بطريقة نماذج الجمالونات  
د. عادل جلال العطار ..... ١٧
- التحليل الحرارى الديناميكى لحمامات السباحة  
المسخنة شمسيا فى مصر  
د. وجيه حافظ تادرس  
د. محمد عبد الوهاب عيسى ..... ٣١
- استخدام الزنك فى السيطرة على التلوث  
د. أسمة عبد الستار محمد  
د. مسعد محمد الشايب ..... ٥٤
- حركة الرمال بدولة قطر  
وتأثيرها على التجمعات الحضرية  
د. على ابراهيم الشيب ..... ٥٨
- نموذج لطباخ شمسى تحت ظروف التحميل  
معتمدا على مفهوم التحليل الانتقالى  
د. ماهر اميل السوينى  
د. وجيه حافظ تادرس ..... ٦٩
- شبكة الاتصالات الحديثه  
م. صبرى عبد الفتاح بدرى ..... ٧٤



## التصميم العمراني باستعمال الوحدات السلوكية (٤) تطبيق في تصميم الفراغات العامة

أ.م.د. أحمد محمد صلاح الدين عوف (١)

### ملخص:

هذه الورقة البحثية هي الرابعة في سلسلة أبحاث للمؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمراني كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية ، والتي يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تناقش هذه الورقة البحثية تطبيقاً عملياً لاستعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل ووحدة قياسية للتصميم للفراغات العامة. يقدم البحث تجربة تصميمية تمت على مدى خمسة أشهر متواصلة بين أكتوبر ١٩٩١ وفبراير ١٩٩٢ ، لتصميم فراغ عمراني داخل كلية الهندسة، جامعة القاهرة، باستعمال الوحدات السلوكية حتى يمكن التعرف على مجموعة من الدروس التصميمية التي يمكن الاستناد عليها في تصميم الفراغات العامة.

### ١- مقدمة:

العمرانية للفراغات في أوقات مختلفة ، سواءً داخل أوقات ذروة النشاط أو خارجها.

### الوحدة السلوكية كأداة

### لتحليل وتصميم الفراغات العامة

وكتطبيق مباشر على استعمال الوحدات السلوكية في التصميم العمراني فقد تم تصميم فراغين عمرانيين داخل حرم كلية الهندسة بجامعة القاهرة خلال العام الدراسي ١٩٩١-١٩٩٢ والتي سبق النشر عنها باللغة الإنجليزية (٣). هذه الورقة البحثية تعرض العملية التصميمية التي صاحبت تصميم أحد هذين الفراغين العمرانيين بتوسع أكثر وباللغة العربية حتى تصبح في متناول الكثير من المهتمين بمجال التصميم العمراني. كذلك تقدم هذه الورقة البحثية متابعة لبعض الإضافات التي تمت على فرش وحدود الفراغ بين عامي ١٩٩٣ و ١٩٩٦.

### ١- التصميم العمراني باستعمال منهج

### الوحدات السلوكية - مثال تطبيقي

تم تطبيق هذا المنهج التصميمي على فراغين عمرانيين داخل حرم كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، بصورة متتابعة ، بحيث أمكن الاستفادة من الدروس التطبيقية للتصميم الأول في التصميم الثاني. وقد روعى في اختيار الفراغين العمرانيين اللذين خضعا للتصميم أن يكون أحدهما مصمماً كفراغ عمراني للأشطة منذ البداية ، والثاني كفراغ متروك بين المباني حتى

أصبحت الوحدة السلوكية وحدة أساسية لتحليل وتصميم وتقييم العلاقات المركبة بين الإنسان وبيئته العمرانية المحيطة في مجال التصميم العمراني ، بدءاً من عقد السبعينات بالرغم من ظهورها كتعريف في العلوم الإنسانية منذ الخمسينات. فقد اكتشف المصممون العمرانيون أنه يمكن عن طريق هذه الوحدة التعرف - بصورة قياسية وقابلة للتسجيل والمقارنة - على السلوك العمراني لأفراد المجتمع المحلي ، وكيفية تفاعلهم فيما بينهم وتفاعلهم مع البيئة العمرانية المباشرة في ظل ظروف عمرانية محددة وخلال زمن محدد (٢). لاستعمال الوحدة السلوكية يلغى فكرة سيطرة المصمم ، ويسمح بمشاركة المستعملين في تحديد متطلباتهم الفراغية بصورة غير مباشرة من خلال ملاحظة المصمم - بصورة منهجية وقابلة للتسجيل - لسلوك المستعملين وأسلوبهم في التعامل مع المكونات

١- أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٢- أنظر "التصميم العمراني باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، يونيو ١٩٩٦.

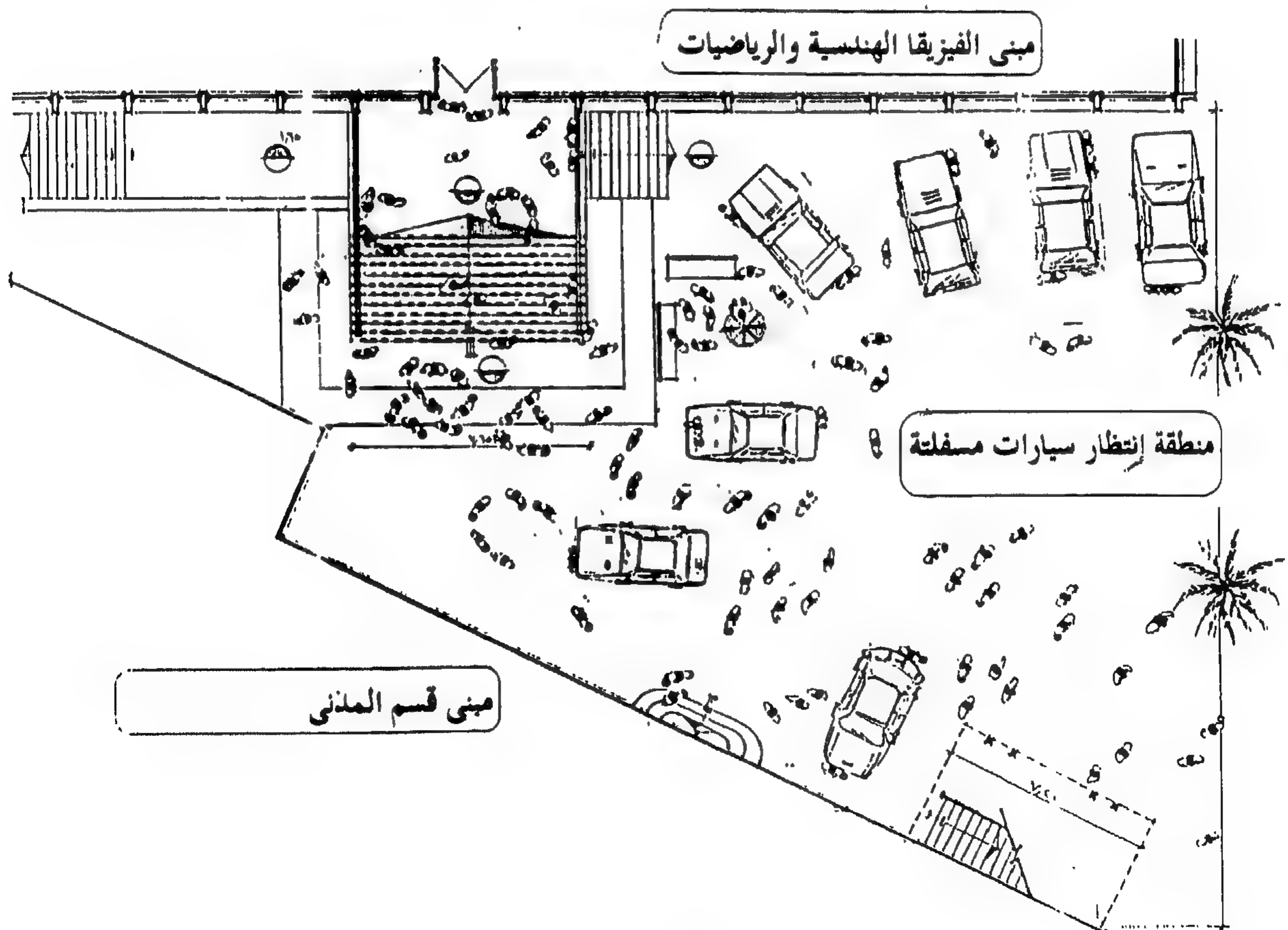
٣- أنظر "Designing with behavior settings: a cultural appropriate design approach" مجلة جمعية المهندسين المصرية، ١٩٩٣.

الواجهة الرئيسية لمبنى الرياضيات والفيزيكا الهندسية بينما يحده الواجهة الخلفية لمبنى الهندسة المدنية على الضلع الجنوبي الغربي. ونتيجة لذلك فإن الشمس تصل إلى أرضية الفراغ من الجهة الشرقية ويستمر وصولها إليه بعد ساعة الظهر (١٢) ، حيث يحجبها بعد ذلك بحوالى ثلاث ساعات مبنى الهندسة المدنية.

وتمثل سلام مبنى الفيزيكا والرياضة الهندسية عنصر "الفرش" الوحيد المتوفر بالفراغ ، بالإضافة إلى السيارات المنتظرة بالفراغ والتي يستعملها الطلاب كأسطح للجلوس أو الاتكاء أو وضع الأغراض. وتنقسم أرضية الفراغ إلى مستويين أحدهما يمثل مدخل لبدروم المبنى ، والآخر يمثل معظم الفراغ وهو مغطى بالأسفلت فيما عدا جزء صغير يحيط بالسلام الرئيسية لمدخل مبنى الرياضيات والفيزيكا الهندسية كما هو موضح بالرسم.

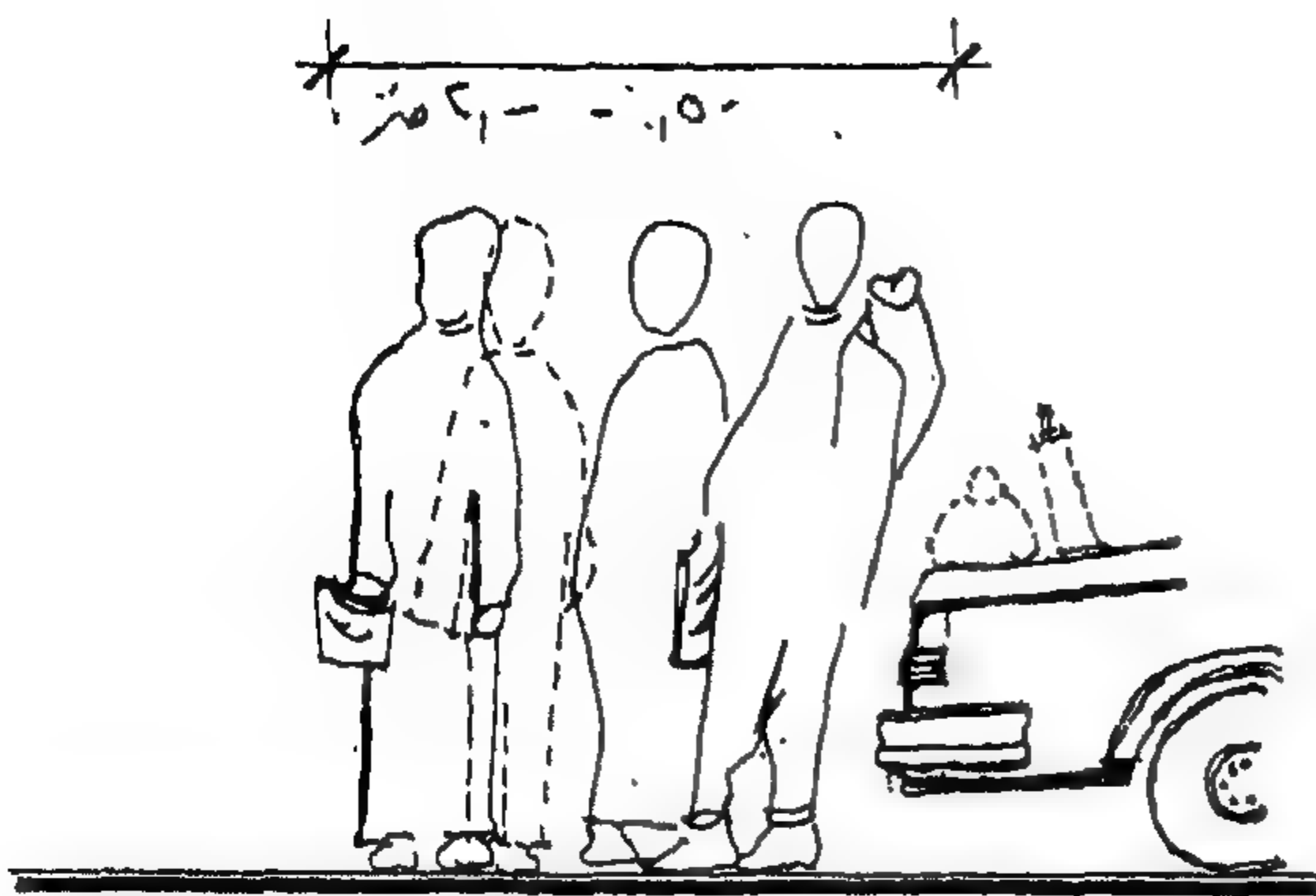
يمكن التعرض لمشاكل تصميمية مختلفة. وتكون عملية التعلم من خلال التصميم مستمرة ، فقد تم التركيز على أن يجمع الفراغ الثابت بعض عناصر التصميم التجريبية حتى يمكن تقييمها والاستفادة منها فيما بعد. وسيتم في هذه الورقة البحثية التعرض للحالة التصميمية الأولى فقط.

أول تطبيق لهذا المنهج التصميمي الذي يراعى حاجات المستعملين وسلوكياتهم كان على الفراغ العمراني المحصور بين مبنى الهندسة المدنية ومبنى الرياضيات والفيزيكا الهندسية بحرم كلية الهندسة بجامعة القاهرة. هذا الفراغ يمثل حالة تقليدية لفراغ غير مصمم ، ولم يحظ بقدر كاف من اهتمام المصمم المعماري عند إنشاء مبنى الرياضيات والفيزيكا الهندسية ، حيث تركه كفراغ أمامي لمبناه. هذا الفراغ يقع على طريق رئيسي يمتد باتجاه الشمال-الجنوب من أحد البوابات الجانبية لكلية الهندسة ويحده على ضلعه الشمالي



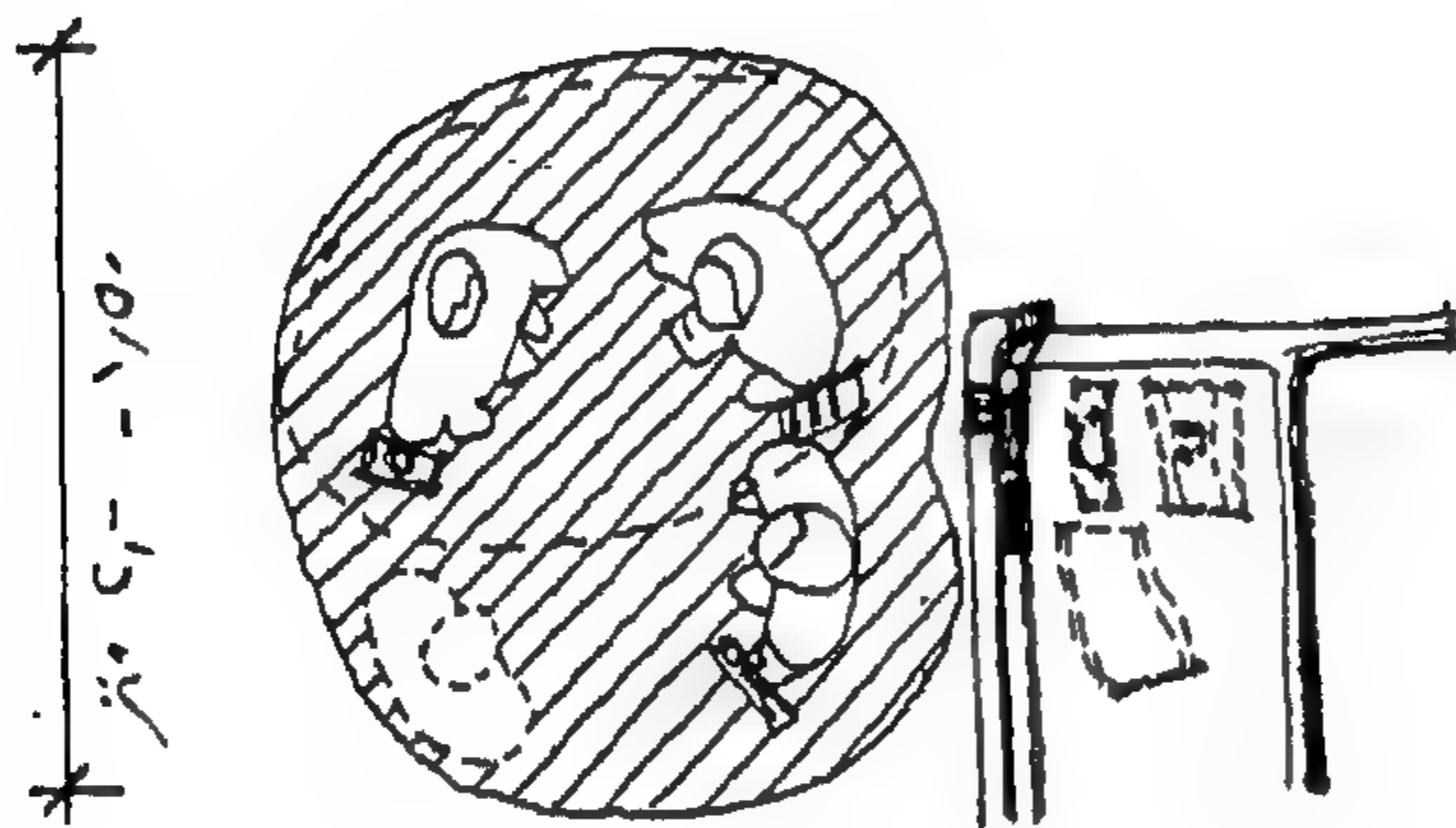
شكل ١- الفراغ العمراني موضع البحث





وقد تم تحديد مستعملى الفراغ بالطلبة الذين يتحركون من محاضرة لأخرى، أو طلبة محتاجين لفراغ يقضون فيه جزءاً من وقت فراغهم بين المحاضرات. وقد تم تحديد الأنشطة الممارسة فى هذا الفراغ كالتالى: استراحة الأفراد، حديث للمجموعات الصغيرة، مناقشة لمجموعات كبيرة، انتظار للملاء المحاضرات، وحركة المجموعات الطلابية من وإلى المبنى. وقد تم مراقبة الأنشطة على مدى زمنى طويل بصورة متفرقة فى البداية، ثم بصورة منتظمة ومنهجية باستعمال التصوير الفوتوغرافى كل ١٥ دقيقة لمدة ٤٥ دقيقة يومياً ولمدة عشرة أيام دراسية، بعد أن تم إقناع إدارة الكلية بأهمية تطوير الفراغ للأنشطة الطلابية.

أظهرت الصور الفوتوغرافية الأولية للفراغ أن استعمال الطلاب له كان يعتمد على توافر "الفرش" حيث تركزت الأنشطة حول سيارات أعضاء هيئة التدريس وثلاثة مقاعد مكسرة من الخرسانة والسلم المؤدى للمبنى، بالإضافة إلى سلم صغير يؤدى لغرفة تصوير للمستندات مفتوحة بالواجهة الخلفية لمبنى القسم المدنى.



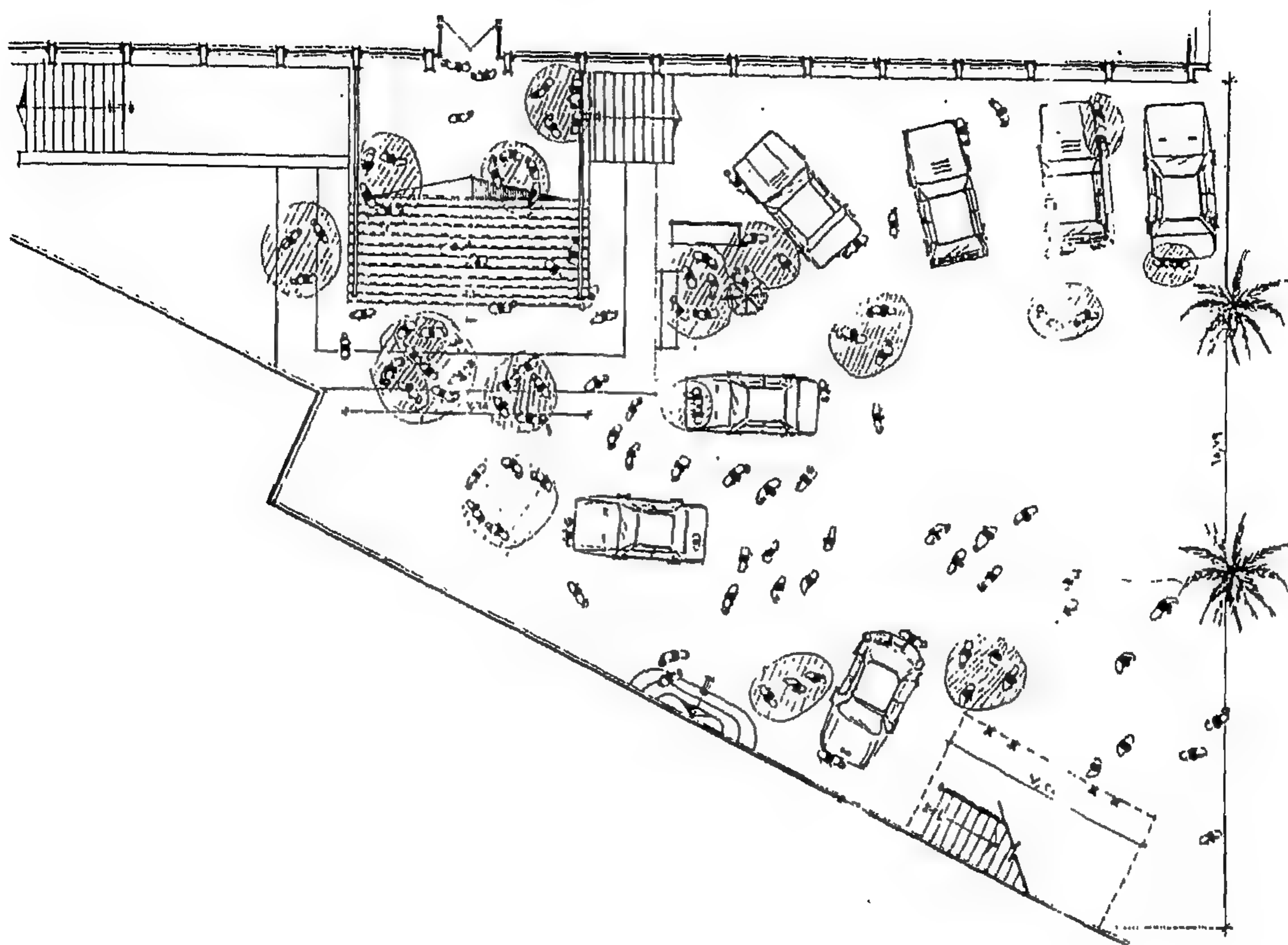
شكل ٢- الوحدة السلوكية المتوسطة بالفراغ موضع الدراسة

تشغل الوقت أثناء الحركة، ولا يتعدى زمن حركة المجموعة خلال الفراغ العمرانى أكثر من عشرة (١٠) دقائق. وهذه الوحدات السلوكية للمجموعات الكبيرة المتحركة لا تتطلب صفات مكانية خاصة أو فرش خاص، وإنما فقط المساحة التى تكفى الحركة السهلة بدون عوائق.

أما الفئة الثالثة من الوحدات السلوكية التى أظهرتها الملاحظة فهى المجموعات الصغيرة من طالبين أو ثلاثة (٢-٣) تجمعهم علاقات اجتماعية تجعل الحد الأدنى لفترة بقاء هذه الوحدات السلوكية حوالى خمس عشر (١٥) دقيقة ومتوسط فترة بقائها أربعين (٤٠) دقيقة.

كذلك أوضحت المراقبة المنهجية للنشاط الطلابى بالفراغ موضع الدراسة إلى وجود ثلاث أشكال أساسية للمجموعات السلوكية للطلاب: متوسطة وكبيرة وصغيرة. المجموعات المتوسطة للطلاب تتكون من ثلاثة إلى خمسة (٣-٥) طلاب يجمعهم فى الغالب نشاط الحديث أو المناقشة، وتستمر الوحدات السلوكية التى يكونونها بين عشرة وعشرين (١٠-٢٠) دقيقة. وتحتاج هذه الوحدات السلوكية إلى مكان يسمح بالحركة الحرة ويحتوى على أثاث يصلح للكتابة أو الاتكاء أو مجرد الاسترخاء ومشاهدة الأنشطة التى يمارسها باقى مستعملى الفراغ العمرانى.

والنوع الثانى للوحدات السلوكية التى يكونها الطلاب كبيرة العدد يتراوح عدد أفرادها بين سبعة وأثنى عشر (٧-١٢) طالبا تنقسم داخلياً إلى مجموعات جزئية كل منها يحوى إثنين أو ثلاثة (٢-٣) أفراد. هذه المجموعات الكبيرة ومكوناتها الجزئية لا يربط بين أفرادها فى الغالب سوى الحركة فى اتجاه واحد بين المحاضرات ويكون نشاط الحديث ثانوياً، هدفه فقط



شكل ٣- توزيع الوحدات السلوكية داخل الفراغ

شكل ٤- جدول زمن الاستغلال قبل التصميم

زمن الاستغلال (دقيقة)	مجموعة كبيرة	مجموعة متوسطة	مجموعة صغيرة	
	٧	١٤	٥	فترة الذروة
٤٨٠ دقيقة	١٠ * ٧	١٥ * ١٤	٤٠ * ٥	
	-	٣	٧	فترة أخرى
٣٢٥ دقيقة	-	١٥ * ٣	٤٠ * ٧	
	٣	٨	٦	المتوسط العام
٤٠٠ دقيقة	١٠ * ٣	١٥ * ٨	٤٠ * ٦	

وقد تمت مراقبة زمن الاستغلال ( Occupancy Time - OT ) لكل المجموعات الموجودة بالفراغ لمدة شهرين متكاملين في أيام الأسبوع المختلفة على فترتين كل منها أربعون دقيقة كاملة، الأولى تشتمل على نهاية محاضرة وبداية المحاضرة التالية والفترة الثانية عبارة عن أربعين دقيقة أخرى لا تحوى وقت ذروه. وقد كانت نتيجة المراقبة كما بالشكل رقم (٤).

## ٢- فكرة وأهداف التصميم

تم تحديد الهدف الرئيسى لتصميم الفراغ كالتالى: " توفير فراغ عمرانى نشيط يمكن للطلاب فيه الاستراحة ، والحديث ، والمشاهدة، والمناقشة الهادفة" ، حيث يكون الفراغ النشط هو ذلك الذى يسمح بممارسة أنشطة مختلفة فى نفس الوقت ،



رابع وآخر أهداف التصميم الأساسية كان تحقيق زمن إشغال قدره ثمانمائة (٨٠٠) دقيقة لكل أربعين دقيقة من فترات المراقبة.

### ٣- التصميم

#### ٣-أ- حجم الفراغ

وحسبما توضح الرسومات المرفقة فإن التصميم أكد على "وحدة الفراغ"، التي تؤكد تفاصيل تبليطات الأرضية والأثاث الذي يقسمها إلى فراغات جزئية لتشجيع نشاط الوحدات السلوكية المختلفة داخل الفراغ المجمع الشامل. الأرضيات تم تنفيذها من وحدات خرسانية متداخلة صغيرة (٢٠سم) نظراً لشكلها الطبيعي غير المصقول وبحيث تمتد على كامل مساحة المكان وتعطيه مستوى واحدا يلغى كل درجات السلالم القديمة والارتفاعات السابقة لأجزائه المختلفة. هذه الأرضية تمتد بلون واحد فيما عدا تقسيم شبكي ونقاط ملونة تتماشى مع أعمدة المبنى الملاصق لربط أرضية المكان بحوائطه.

توزيع الإضاءة أكد أيضاً على "وحدة المكان" عن طريق ترتيب وحدات الإضاءة "حول" المكان دون أي وحدات إضاءة داخلية حتى لا تقسم الفراغ. وقد تم تصميم وحدات الإضاءة في صورة أعمدة إضاءة بارتفاع ٢٧٠سم على الحدين الشمالي والغربي للفراغ العراني لفصله عن طريق المدخل وتحديد حجمه بما لا يتداخل مع كتلة المبنى الملاصق. أما وحدات الإضاءة على الحدين الشرقي والجنوبي فقد تم تثبيتها على حوائط المباني الملاصقة لتأكيد وصول الفراغ إلى هذه الحوائط، وأنها تمثل جزءاً من الفراغ. وقد روعي في تصميم وحدات الإضاءة أن تكون بسيطة ومطلية باللون الأسود حتى لا تجذب نظر المستعملين بشكل يشغلهم عن الدور الأكاديمي الوقور المطلوب للمكان. ولتخفيف مظهر أعمدة النور الحديدية وتأكيد الاختيار الطبيعي للمواد فقد تم معادلتها بتشجير طبيعي على الحدين الغربي والشمالي اللذين صمم عليهما أعمدة الإضاءة المستقلة.

#### ٣-ب- الأنشطة

ولجذب الأنشطة إلى منطقة جانبية بالفراغ بعيداً عن مسار الحركة وتوفير محيط كاف لجذب الأنشطة، فقد تم تصميم

وخلال أوقات النهار المختلفة. ولتحقيق هذا الهدف تم تقسيم الفراغ العراني لمناطق استعمال مختلفة كالتالي:

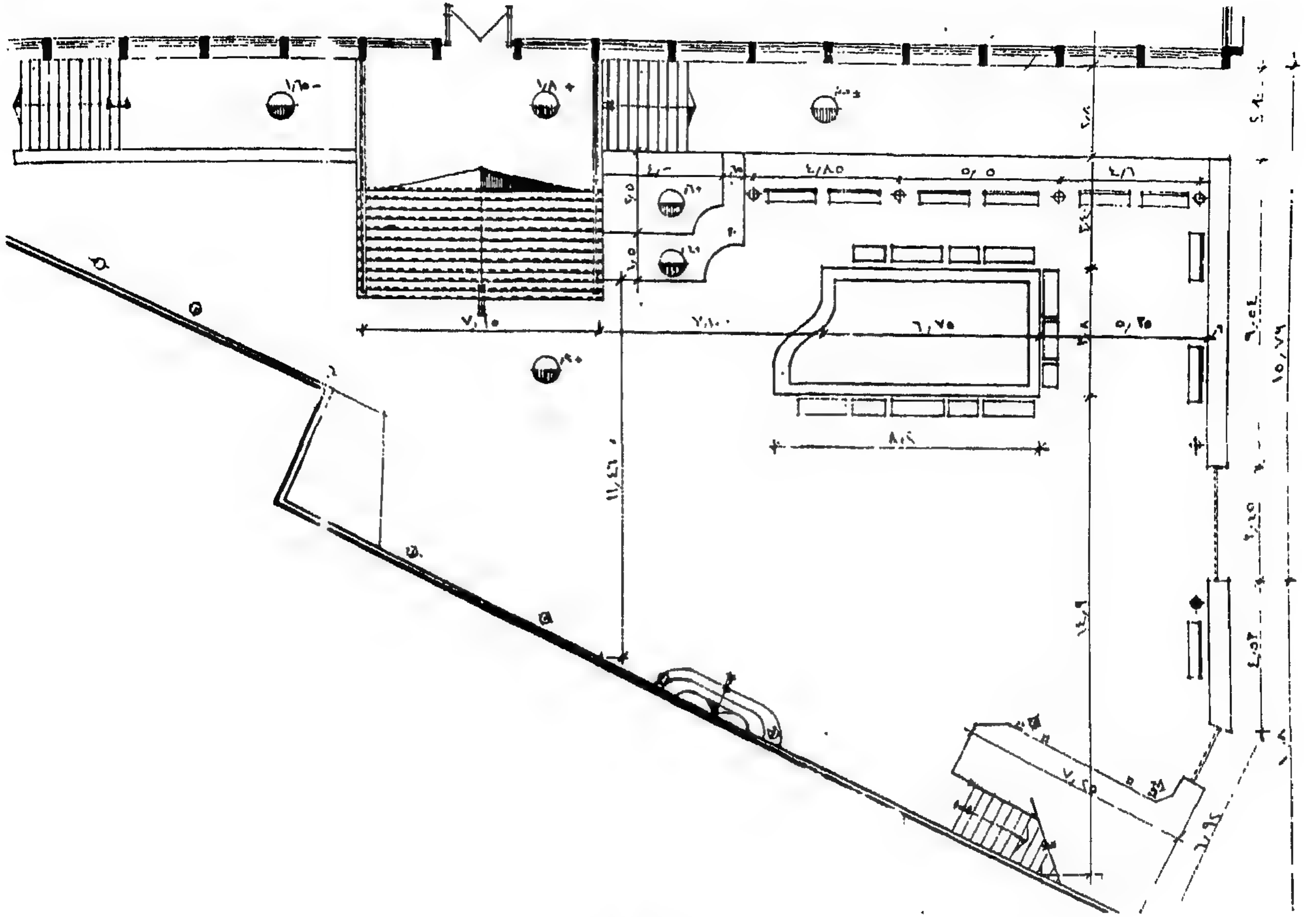
أ- منطقة حركة تشتمل على المسار الرابط بين مدخل الفراغ ومدخل المبنى الرئيسي ومركز التصوير، ويسمح في هذه المنطقة بالحركة وأنشطة التجمع المؤقت.

ب- مناطق أنشطة على جانبي مسار الحركة، ويتوقع أن تتكون وحدات سلوكية متوسطة إلى كبيرة الحجم تستعمل المكان لفترات زمنية متوسطة.

ج- مناطق سلبية خارج مناطق الأنشطة يمكن أن يجلس فيها الطلبة للحديث أو لمجرد المراقبة السلبية للأنشطة التي يقوم بها باقي الطلاب.

الهدف الثاني من أهداف التصميم كان "تشجيع الوحدات السلوكية متوسطة وكبيرة الحجم وتقليص إمكانية تكون الوحدات السلوكية صغيرة الحجم التي تصل لمستوى التفاعل الاجتماعي الحميم". ولما كان المصمم العراني قادراً فقط على توفير الإمكانيات المادية واحتمالات ممارسة النشاط، فإن الموقع العام واختيار الفرش تم تصميمه بحيث يجعل "التفاعل الاجتماعي الحميم" الذي يتعدى حدود العلاقة الاجتماعية العادية "غير مريح"، حيث يحس المستعملون بأن باقى مستعملي الفراغ يرونهم ويسمعونهم. وقد تم توزيع أماكن الجلوس بحيث تكون المقاعد كبيرة وموضوعة وجهاً لوجه، بحيث يكفى كل مقعد لجلوس أربعة طلبة على الأقل. كما راعى تصميم المقعد الواحد ألا يسمح لأى اثنين من المستعملين بمنع احتمال جلوس شخص ثالث. وبذلك فإن مجموعات الطلبة الصغيرة التي تناقش أموراً شخصية لا تحس بالراحة في استعمال الفراغ إلا إذا كان لا يعمل بكامل طاقته سواءً بعد أوقات الدراسة اليومية أو في العطلات.

الهدف الثالث للتصميم كان إعطاء الطلاب إحساس بالملكية الجماعية للمكان بما يتحكم في أو يمنع من حدوث التعدي على أثاث المكان أو تجهيزاته، ويشجع أنشطة المجموعات متوسطة وكبيرة الحجم. وقد تم ترجمة هذا الهدف في التصميم بأن تكون كل أجزاء الفراغ مرئية ومفهومة بواسطة كل المستعملين من كل زوايا الرؤية.



شكل ٥ - التصميم المقترح للفراغ

سلام المبنى. هذه المساحة أيضاً توفر مساحة للمشاهدة السلبية دون اشتراك حقيقى فى الأنشطة.

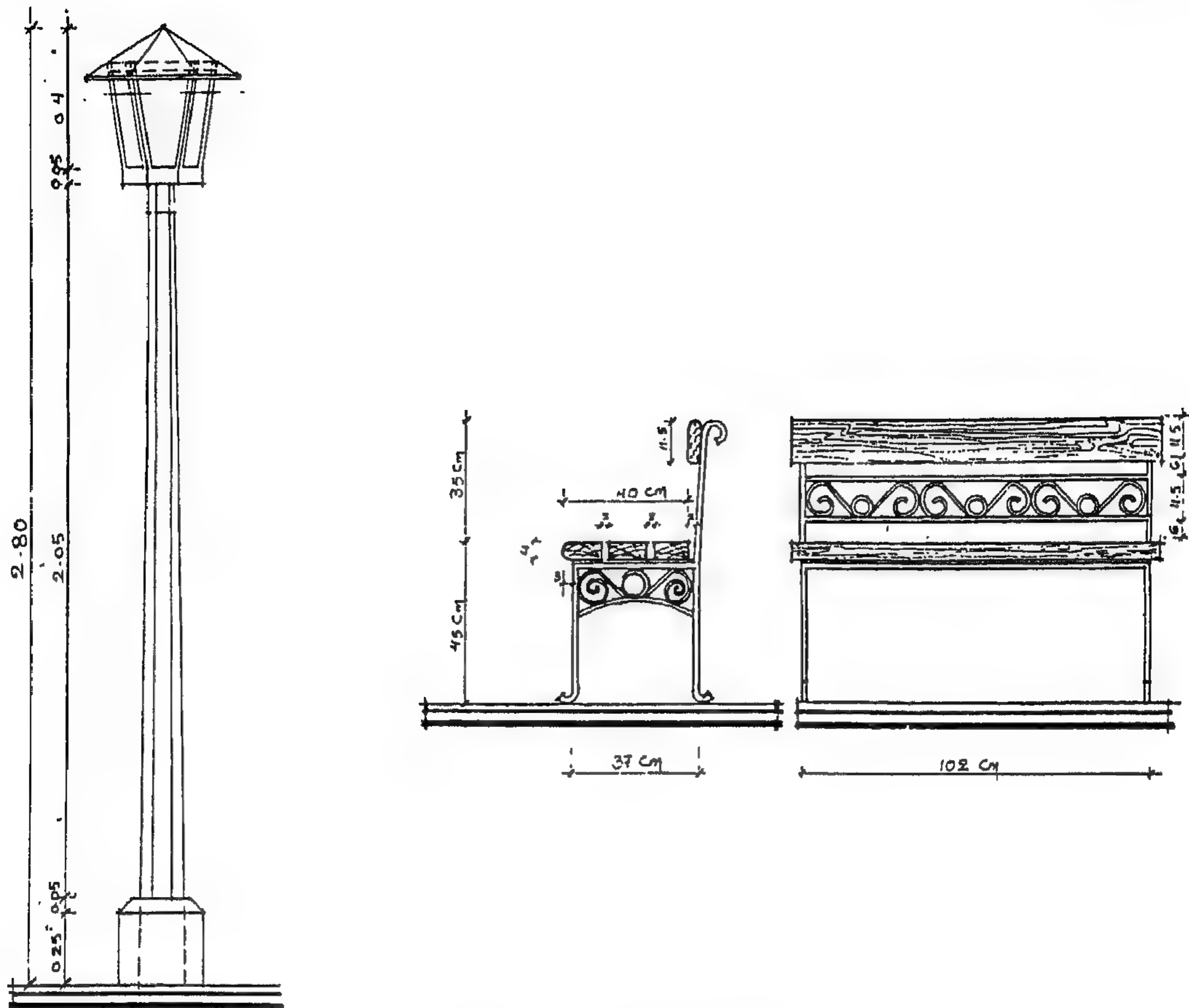
### ٣-ج- فرش الفراغ العمرانى

ولتسهيل أداء الفراغ العمرانى لوظائفه فقد تم تصميم كل عناصر الفرش خصيصاً لتناسب مع الغرض المطلوب منها ، مثل: المقاعد الثابتة ، المقاعد المتحركة ، أعمدة الإضاءة ، وحدات الإضاءة الحائطية ، المساحات المزروعة ، وحتى لوحة الإعلانات. وقد تم مواجهة احتمالات التخريب وسوء الاستعمال عن طريق اختيار أفضل المواد الممكنة مثل خشب العريزى المقاوم للعوامل الجوية، قطاعات حديدية مجلفنة ومعالجة بالحرارة، برشام حديدى بدلاً من المسامير، وزجاج مقاوم للصدمات لوحدة الإضاءة. وبخلاف لوحة الإعلانات فقد تم تنفيذ كل عناصر الفرش الأخرى ، وظهر أدائها لوظائفها على أعلى مستوى ممكن أثناء إعادة تقييم أداء الفراغ خلال عام ١٩٩٦.

حوض للزراعة على الحد الشمالى للفراغ العمرانى، أبعاده ٣٨٠ × ٨٢٠ × ٩٠ سم ، وتمت كسوته بالحجر الطبيعى. وكان المقصود من استعمال الحجر الطبيعى التماسى مع الملمس الطبيعى للوحدات الموجودة بالأرضية وإعطاء إحساس بالاتساع الفراغى عن طريق إعطاء العين إحساس بصغر الوحدات المستعملة فى الأرضيات ، وكسوة حوض الزراعة. وقد تم توزيع المقاعد ووحدات الجلوس حول هذا الحوض فى حجمين وبتشكيلات مختلفة للسماح بتكوين وحدات سلوكية مختلفة الحجم والنشاط. وقد تم تثبيت بعض هذه المقاعد بينما ترك الباقى قابلاً للحركة ، لإعطاء المرونة اللازمة تبعاً لحجم ونوع الوحدة السلوكية المتكونة.

وقد أضيفت منطقة جلوس بارتفاع ٨٠ سم فوق منسوب أرضية المكان فى موقع ملاصق لسلام المبنى كم منطقة خاصة للمشاهدة والمراقبة ، والتي قد تجذب بعض الوحدات السلوكية الصغيرة لنشاط الحديث ، والتي كانت سابقاً تحتل موقعها على





شكل ٦- بعض عناصر فرش الفراغ العراني المغطاة فعلاً

أثناء استعمالها بما يؤكد دقة الملاحظات الميدانية التي تم التصميم بناءً عليها ، وملاءمة التصميم لحاجات المستعملين. كذلك فإن بساطة التصميم أثبتت أهميتها عند استمرار استعمال الفراغ حيث تلاعت مع حاجة المستعملين لتحريك الفرش في أماكن مختلفة بما حقق المرونة الكاملة للتصميم.

شكل ٧- جدول زمن الاستغلال بعد تنفيذ التصميم

زمن الاستغلال (دقيقة)	مجموعة كبيرة	مجموعة متوسطة	مجموعة صغيرة	
فترة الذروة	٥	٢٠	٩	
٧١٠ دقيقة	١٠ * ٥	١٥ * ٢٠	٤٠ * ٩	
فترة أخرى	١	١٢	٧	
٤٧٠ دقيقة	١٠ * ١	١٥ * ١٢	٤٠ * ٧	
المتوسط العام	٣	١٦	٨٦	
٥٩٠ دقيقة	١٠ * ٣	١٥ * ١٦	٤٠ * ٨	

٤- زمن البقاء: مؤشر قياسي جديد لكفاءة التصميم حقق تنفيذ التصميم المقترح رفع زمن الاستغلال لأي فترة أربعين دقيقة من المراقبة بصورة واضحة عما كان عليه قبل التصميم ولكن ليس لدرجة تحقيق الدقائق الثمانمائة (٨٠٠) المستهدفة. وربما يعود الفارق بين الخمسمائة وتسعين (٥٩٠) دقيقة المحققة والثمانمائة (٨٠٠) المستهدفة إلى المحددات المادية للفراغ العراني والطاقة الاستيعابية المحدودة لمسقطه الأفقي.

وقد أثبت توزيع الوحدات السلوكية داخل الفراغ خلال النصف الثاني من العام الدراسي ١٩٩١-١٩٩٢ استعمال الطلاب لعناصر الفرش بشكل يتناسب مع التوقعات ، حيث نجح التصميم في تشجيع حدوثها في الأماكن المصممة لها. كذلك فقد احترم المستعملون التوزيع الأساسي للمقاعد بالمحافظة على مسافة حوالي ١٢٠ سم بين المقاعد الثابتة والمتحركة

كعامل بيئي لا يستهان به في تصميم الفراغات العامة بالرغم من أن الفراغ موضع التصميم لا يستعمل في شهور الصيف الحارة ، وإنما ينتهي استعماله الكثيف في شهر مايو قبل اشتداد حرارة الجو.

وخلال العام الدراسي ١٩٩٤-١٩٩٥ حدثت إضافة كبيرة في فرش الفراغ ، بإضافة كشك خشبي لخدمة الوجبات السريعة والمشروبات. وهنا تدخل طرف ثالث في عملية التصميم بخلاف المصمم العمراني والمستعملين ، وهو المستثمر الذي يقدم الخدمة. وقد تم عرض موقعين للخدمة الجديدة بناءً على التصميم الأصلي ، أحدهما بالقرب من المدخل الرئيسي للفراغ بشكل وحدة خشبية صغيرة تتوافر بها فقط إمكانيات التسخين والآخر في مواجهة سلم المبنى بمساحة أكبر تسمح بوجود مكان لتجهيز الوجبات. وقد اختار المستثمر الموقع الثاني الكبير فتم وضع اشتراطات خاصة عليه بمنع فتح شباك للبيع في حدود ثلاثة أمتار من سلم المدخل للحفاظ على سيولة حركة الطلاب وعدم تأثرهم بأماكن الانتظار التي سيحتاجها الطلاب أثناء قيامهم بالشراء. وبمتابعة استعمال الفراغ بعد إضافة النشاط الجديد ارتفع مستوى صيانة الفراغ ونظافته حيث أصبح المستثمر الجديد مهتماً بتوفير أفضل الظروف البيئية لعملائه. إلا أن هذا النشاط الجديد أثر على استعمال الطلاب لبعض أماكن الجلوس القريبة منه مما أدى إلى إزالتها وزيادة المساحة المخصصة لحركة الطلاب حول النشاط الجديد.

إن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية مدخل متكامل للتصميم يضمن أداء الفراغات العامة لوظائفها ويضمن تفاعل المستعملين مع الفراغات المصممة لهم. وبصفة عامة فإن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية يؤدي إلى كفاءة أعلى في استعمال الفراغ العمراني موضع التصميم وإلى تقليل النتائج السلبية الممكن حدوثها نتيجة محاولة تعديل سلوك المستعملين لتتماشى مع التصميم بدلاً من تكيف التصميم ليتلاءم مع سلوك المستعملين.

## ٥- التصميم باستعمال الوحدات السلوكية:

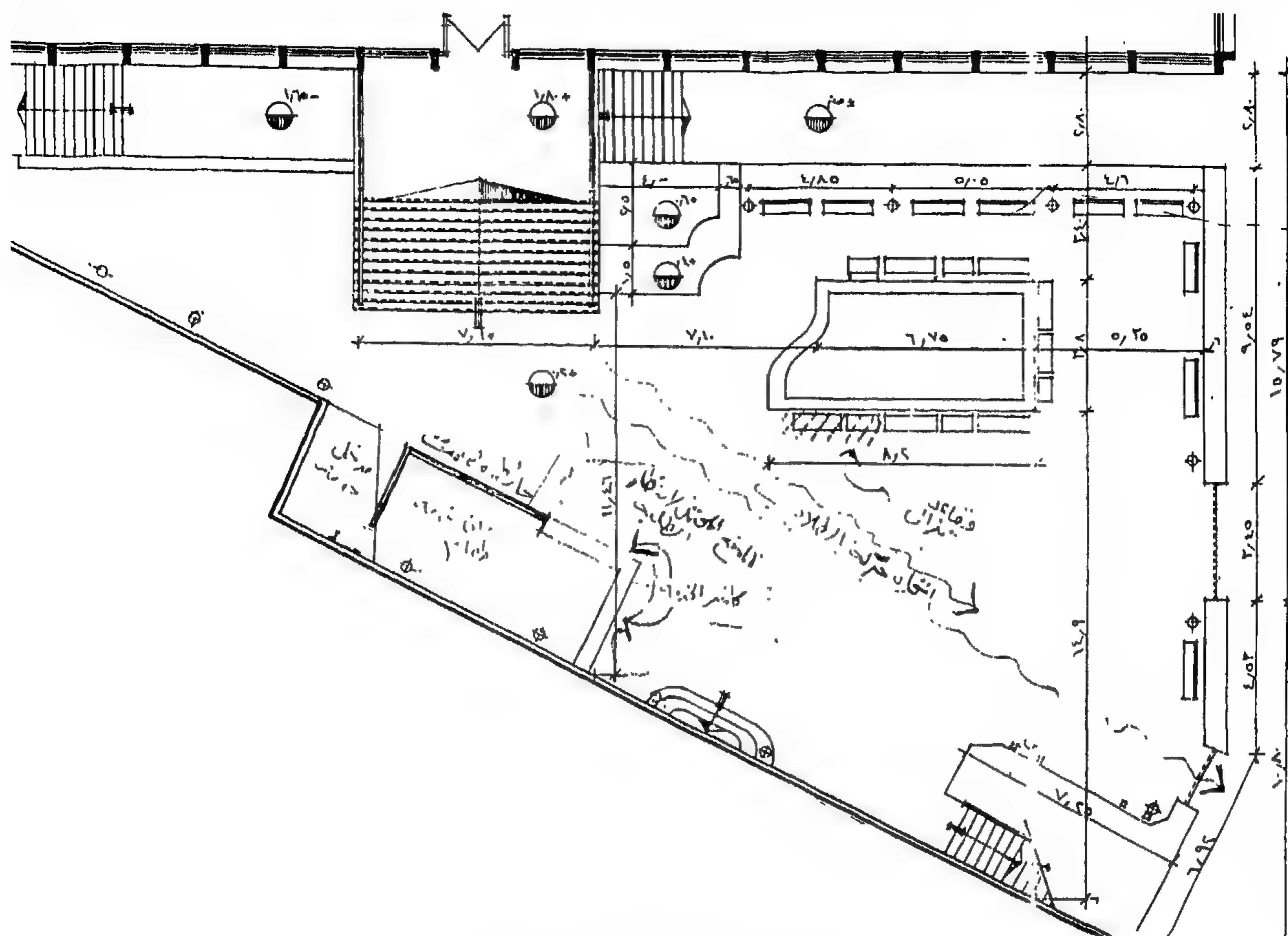
### مدخل للتفاعل مع المستعملين

بدأ منذ الوهلة الأولى لفتح الفراغ للمستعملين ردود فعل مباشرة أوضحت موافقة أو عدم موافقة التصميم لحاجات المستعملين ، وبناءً على الموقف التصميمي الذي اتخذه المصمم والذي يحترم أهمية رأي المستعملين فإن تقييم ما بعد التنفيذ مثل جزءاً هاماً من العملية التصميمية استمرت فيه الملاحظة الميدانية لتسجيل التعديلات التي يضيفها المستعملون على الفراغ العمراني والفرش المصمم به. وتمثل مرحلة تقييم ما بعد التنفيذ أحد المراحل التي تكتسب أهمية خاصة عند التصميم باستعمال الوحدات السلوكية بدلاً من طريقة التصميم التقليدية والتي ينتهي فيها العمل بخروج التصميم إلى الجهة المنفذة.

أول ملاحظات ما بعد التنفيذ كانت أن عدم استعمال المدخل الرئيسي للفراغ بنفس الكثافة المتوقعة ، حيث اختار المستعملون عبور حوض الزهور المنفذ فعلاً في الجزء الجنوبي من الحد الشرقي للفراغ للدخول والخروج ، بدلاً من المدخل المنفذ فعلاً في منتصف ضلع الفراغ المطل على طريق السيارات. وقد تم احترام هذه الرغبة للمستعملين بتعديل التصميم الأصلي وفتح مدخل جديد في نقطة العبور التي اختارها المستعملون. هذا التعديل لم ينتج عنه إلغاء أهمية المدخل الرئيسي للفراغ الذي ظل يستعمل بالتوازي مع المدخل الجديد ، وانقسم المستعملون بصورة واضحة بينهما بحيث أصبح المدخل الجديد أكثر استعمالاً للحركة السريعة ، بينما المدخل الرئيسي يستعمل للمجموعات الطلابية التي تتحرك في غير المواعيد الفاصلة بين المحاضرات.

تعديل آخر للتصميم المنفذ بعد فتحه للاستعمال مباشرة ، كان بتحريك المستعملين للمقاعد جهة الحد الجنوبي الغربي للفراغ ، نظراً للمساحة الكبيرة من الظل على هذا الجزء في شهور الصيف الطويلة. وقد أوضح هذا التعديل أهمية "الظل"





شكل ٨ - النشاط الجديد وتأثيره على التصميم

## المراجع:

أحمد م. صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً. مجلة جمعية المهندسين المصرية، يونيو ١٩٩٦.

- Ahmed S. Ouf, "Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach", Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993 (in E)
- -- --, Image of Metropolitan Areas; The Case of Greater Cairo Region, M. Sc. Thesis, Department of Architecture, Cairo University 1984 (in English)
- Amos Rapoport, "Human Aspects of Urban Form", N.Y.: Pergamon Press, 1977
- Christopher Alexander, "The Pattern Language", Berkeley: University of California Press, 1977
- Lang et. al., "Designing for Human Behaviour", Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1974.
- Robert Sommer, "Personal Space; The Behavioral Basis of Design", N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1969
- Whyte, William H., "The Social Life of Small Urban Spaces", Washington D.C. : The Conservation Foundation, 1980.

## بلديات

أ.د. أحمد خالد علام

لغى عام ١٨٦٥ منحت الحكومة امتيازاً لشركة ليبون لتشغيل مرفق الغاز بالقاهرة ، كما منحت عام ١٨٧٤ امتيازاً لمسيو كوردين لتزويد القاهرة بالمياه . وكذلك كانت الكهرباء ، وتسيير وسائل النقل ( من ترام ومترو وخطوط أتوبيسات ) تدار ويتم تشغيلها بمعرفة شركات متخصصة منحها الحكومة حق الامتياز .

وكان تشغيل وإدارة وصيانة هذه المرافق ممتازاً ، حيث كانت هذه الشركات تقدم خدماتها للجمهور بأسعار متهاودة ، وبكفاءة عالية ، وكانت الحكومة وراء ذلك تضع الاشتراطات والتعريفات ( تعريفات الأسعار ) وتشرف عليها وتتابعها بجدية كاملة ، ونادراً ما اشتكى ساكن القاهرة أو الإسكندرية من عطل في تشغيل هذه المرافق .

وسارت الأمور على هذا المنوال حتى صدر قانون الإدارة المحلية المذكور عام ١٩٦٠ ، الذى ألغى نظام البلديات ، وأنشأ مجالس مدن تتبع الإدارة المحلية ، وأممت شركات تشغيل المرافق ، وأصبح تشغيل وصيانة هذه المرافق بمعرفة مجالس المدن ، أو هيئات عامة حكومية فساعت حالتها ، وتدهورت بنيتها ، وارتفعت أسعار تأدية الخدمة ، وتلوثت مياه الشرب ، وتكدس الركاب داخل وسائل النقل العام ، وطفحت المجارى ... وغيرها ... وغيرها من المشاكل ، وضج السكان بالشكوى !...

والآن ، بعد العودة إلى مبدأ الانفتاح الاقتصادى ، أن الأوان أن تفكر الدولة أن توكل إدارة وتشغيل أعمال الكهرباء ومياه الشرب والصرف الصحى والنقل العام والغاز إلى شركات فنية متخصصة ، وأن تقوم الحكومة بعمل تعريفات لكل مرفق بكل محافظة بما يكفل توفير خدمة مريحة ذات كفاءة عالية اقتصادية ، وأن تشرف الحكومة بجدية على تنفيذ الاشتراطات التى ستبرم مع هذه الشركات

إن هاجر إلى القاهرة زاد من عشوائياتها ... !  
وإن بقى فى قريته بنى سكناً له على الأرض الزراعية...!  
فما هو الحل ... ؟!

لاشك أن أحد الأسباب الرئيسية لنمو المناطق العشوائية وإسكان العشش فى القاهرة ، هو هجرة أهل الريف المستمرة إليها ، بحثاً عن فرص عمل ومستوى معيشة أفضل ، مما ترتب عليه تدهور حالة العاصمة ، وتعقد مشاكلها ، وتلوث بيئتها .

والعلاج السليم هو وقف تيار الهجرة ، والبدء فى إعادة تخطيط القاهرة . وعلى الجانب الآخر يعنى إيقاف هجرة أهل الريف أن يبقى ساكن القرية فى قريته يعمل فيها ويعيش فيها ، وبالطبع سيحتاج إلى مسكن ، والحيز العمرانى - الكتلة المبنية للقرية - مكده ، ولا بديل أمامه إلا بناء مسكن على الأرض الزراعية ... مما يترتب عليه تآكل الأرض الزراعية التى تمد سكان مصر بالغذاء من خضر وفاكهة وخبز ....

فما هو الحل ..... ؟!

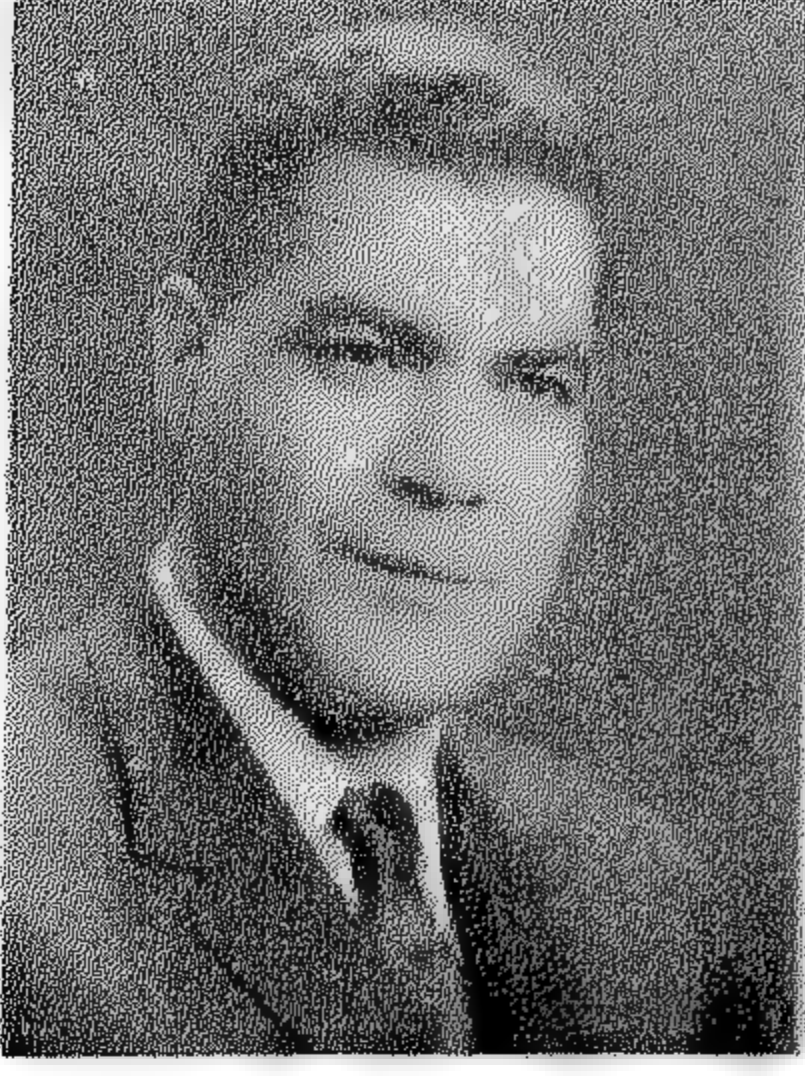
الحل هو النزوح إلى محاور تنمية جديدة خارج وادى النيل الضيق ، فى إطار تخطيط سليم على المستوى القومى والإقليمى .

المرافق العامة

قبل صدور قانون الإدارة المحلية رقم ١٢٤ لسنة ١٩٦٠ ، كان يشرف على مدن مصر بلديات - مجالس بلدية - تختص بشئون العمران من نظافة ( كنس ورش وجمع قمامة والتخلص منها ) وإنارة ورصف الشوارع ومياه شرب وصرف صحى ونقل عام وحدائق ....

وكانت المجالس البلدية الصغرى تقوم بإدارة هذه المرافق بمعرفتها ، أما البلديات الكبرى كالقاهرة والإسكندرية ، فكانت توكل امتياز تشغيل هذه المرافق إلى شركات متخصصة .





فى ذمة الله ...

## الأستاذ الدكتور محمد فهميم صقر

- الجمعية المصرية لخريجي الجامعات البريطانية منذ تأسيسها فى عام ١٩٨٦ .  
- كما عمل نائبا لرئيس تحرير مجلة المهندسين المصرية عام ١٩٥٠ .

ومن مظاهر التقدير العلمى والقومى له فى الداخل والخارج، حصوله على الميدالية الذهبية من اتحاد المهندسين العرب عام ١٩٨٨، والميدالية الذهبية وشهادة تقدير من وزارة الصناعة عام ١٩٨٢، وشهادة تقدير من جمعية المهندسين المصريين، وقد عين رئيسا للجنة اختيار المرشحين لجوائز الدولة التشجيعية، ومستشارا لمركز التنمية الصناعية للدول العربية .

وضع بحوثا نشرت فى المجلات العالمية والمحلية ، وكذلك فى العديد من المؤتمرات العالمية والمحلية فى موضوعات هامة ، فى مقدمتها تطوير المصانع القديمة باستخدام الحاسبات فى الصناعة والإدارة ، وفى هذا المجال تم نشر ما لا يقل عن ٣٠ تقريرا وبحثا ، وتم فعلا تطوير العديد من المصانع القديمة، أولها مصنع الحديد والصلب بحلوان ، ثم مصانع الأسمنت، والنسيج، والأغذية ، وكان من الموضوعات التى شملت هذه البحوث ، التعاون بين الدول العربية فى مجال الطاقة الكهربائية، ودراسة الإحصاءات ومشاريع الربط ونقل الخبرة . هذا وقد ادخل الدكتور محمد فهميم صقر تدريس مادة الإدارة لطلبة الهندسة ( مرحلة البكالوريوس ) وتطورت فأصبحت دبلوم الهندسة الإدارية لجميع فروع الهندسة بالكلية ، ساعده على ذلك عمله كمدير وكرئيس مجلس إداره .

وتقديرًا لجهوده العلمية المتواصلة منح اسمه جائزة الدولة التقديرية فى العلوم الهندسية عن عام ١٩٩٥ .....

جعل الله الجنة مثواه ....

ننعى اليوم ببالح الأسى رجلا من القلائد النابهين من أبناء مصر، حيث وافته المنية وهو فى قمة العطاء ... إنه المهندس الاستشارى الدكتور محمد فهميم صقر ، الأستاذ بكلية الهندسة جامعة القاهرة، ونائب رئيس تحرير مجلة المهندسين المصريين.

ولد فى ١٩٢٢/٧/٣، وتأكد تفوقه المبكر على أقرانه حينما حصل على بكالوريوس الهندسة الكهربائية من جامعة القاهرة عام ١٩٤٣ ، وكان أول دفعته ، بل وظهر نبوغه من قبل حيث كان أول دفعته طوال سنى دراسته ، كما كان أول التوجيهية عام ١٩٣٨ . حصل على درجة الدكتوراه فى الهندسة الكهربائية من كلية الهندسة ، جامعة شيفلد ، إنجلترا ، عام ١٩٤٧ ، كما نال منحة فولبرايت لما بعد الدكتوراه ، وذلك لجامعة MIT بأمرىكا عام ١٩٥٢ ، واشترك فى العديد من المؤتمرات فى سويسرا وإيطاليا والمجر وتشيكوسلوفاكيا والدانمرك وسوريا ولبنان والعراق والكويت .

كما أوفد فى مهمة علمية إلى أمرىكا عام ١٩٥٤ لدراسة صناعة الإطارات الكاوتشوك ، بهدف إنشاء أول مصنع لها بالشرق الأوسط ، وقد قام - رحمه الله - بزيارة جميع الدول العربية من المغرب العربى إلى المشرق العربى ، بهدف جمع معلومات إحصائية عن الطاقة الكهربائية بتكليف من مركز التنمية الصناعية التابع لجامعة الدول العربية . وكان الهدف هو دراسة ربط هذه البلاد بعضها ببعض .

كان الراحل عضوا فى:

- جمعية المهندسين المصريين .
- ونائبا لرئيس تحرير مجلة جمعية المهندسين المصرية حتى وفاته فى ٢٨ يناير ١٩٩٦ .
- جمعية مهندسى الكهرباء والإلكترونيات العالمية .
- جماعة خريجي المعهد القومى للإدارة العليا، وأمين عام أول مؤتمر لها عام ١٩٦٤ .



في ذمة الله ....

## الأستاذ الدكتور مهندس على محمد كامل

النفائثه خصوصاً . ومما يخلع عليه شرفاً يستحقه أنه الوحيد في الشرق الأوسط الذي نال هذا التقدير حتى اليوم.

واشترك د. على محمد كامل في كثير من المؤتمرات العلمية في الداخل والخارج ، أبرزها المؤتمر العام الخامس عشر لليونسكو بباريس عام ١٩٦٨ ، والمؤتمر الثامن عشر عام ١٩٧٤ ، وحلقة الأمم المتحدة للبيئة المحيطة بالإنسان في الدول الأفريقية بأديس أبابا عام ١٩٧١ ، ومؤتمر الأفريقيين الثالث بأديس أبابا أيضاً عام ١٩٧٣ حيث قدم بحثاً عن تخطيط النقل العام الكهربائي في المدن الأفريقية .....

وهذا فضلاً عن الإعارات والانتدابات والمهام العلمية التي كان يكلف بها في ألمانيا والولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي وفي بعض العواصم العربية كدمشق ، والخرطوم ، ومراكش ، والرباط .

له بحوث كثيرة نشرت في مجلات ألمانيا الغربية وإنجلترا في حينه ( ١٩٥٨ ) ، ونشرة أكاديمية العلوم السوفيتية في التحكم الآلي عام ١٩٦٠ ، فضلاً عن أبحاث عديدة نشرت في المجلات العلمية العربية . وكانت هذه البحوث تجمع على التطبيق المباشر لها في البيئة المصرية بهدف تنميتها ، مستخدمة قدرات الباحث وخبرته الهندسية .

كما كانت له مراجع دراسية جامعية باللغة العربية في أداء محركات الاحتراق الداخلي الترددية وسريان الغازات والحرارة .

ومن أعماله البارزة في ميدان تخصصه :

- أنه أنشأ منذ الستينات مدرسة فكرية بكلية الهندسة بجامعة عين شمس تزاوّل تعليم الهندسة باللغة العربية لتحقيق الترابط والتكامل الفكري بين مستويات التخطيط والتصميم

من علماء مصر المبرزين في مجال الهندسة الميكانيكية ، وقادة المدارس الفكرية في إعداد المهندسين ، ونقل التكنولوجيا وتوظيفها .

وهو حائز لجائزة الدولة التقديرية في العلوم الهندسية لعام ١٩٩٠ .

ولد عام ١٩١٨ ووافته المنية في ٢٠ يونيو ١٩٩٦ عن عمر يناهز ٧٨ عاماً. تخرج من كلية الهندسة بامتياز عام ١٩٤٠ ، وحصل على دكتوراه الهندسة الميكانيكية من جامعة سانت اندروز ، اسكتلندا ، عام ١٩٤٩ . ثم عين أستاذاً بكلية الهندسة - جامعة عين شمس .

وقد تدرج خلال حياته العملية في وظائف عديدة ، فعمل مهندساً بورش السكك الحديدية بالقاهرة عام ١٩٤١ ، ومهندساً بشركة مياه القاهرة ، وشركة التبريد المصرية حتى عام ١٩٤٦ .

ولخبراته المتعددة وكفاءته اختير عضواً في :

- جمعية المهندسين المصريين
- عضواً فخرياً بجمعية المهندسين الميكانيكية
- عضواً بلجنة بحوث الطاقة وبحوث البترول بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا
- عضواً بلجنة المواصفات الفنية الكهربائية الدولية
- عضواً بجمعية المهندسين الميكانيكية بلندن I Mech. E منذ عام ١٩٤٨

- عضواً بجمعية المهندسين بألمانيا الغربية VDI منذ عام ١٩٥٨ - وأصبح عضواً فخرياً بها عام ١٩٨٥ تقديراً لجهوده في نقل التكنولوجيا إلى المهندسين المصريين في الهندسة الميكانيكية عموماً ، وفي مجال محركات الطيران



والتنفيذ الهندسى . والبحث والتطوير التجريى .

- نادى بالتعليم الهندسى النوعى العالى فى ميادين الصناعات المعدنية والكىماوية والنسجية والبترولية والزراعية والغذائية والاستعانة فى ذلك بالندوات التدريبية التى تنظمها جمعية المهندسين الميكانيكيين للمهندسين العاملين فى تلك الميادين.

- نادى بالخدمة العسكرية بعد التعليم الثانوى لتساهم فى تأسيس التكوين التكنولوجى للشباب وتهىئ له قدرات الاختيار بين العمل الميدانى والتعليم العالى .

- إنشاء نظام الدورات التدريبية الميدانية الذى تمارسه جمعية المهندسين الميكانيكيين منذ عام ١٩٧٩ بهدف رفع قدرات المهندسين الميكانيكيين على إنجاز المهام الهندسية

المنوعة بهم فى مواقع عملهم . ونظم تقييم هذه القدرات المنبثقة من الدورات .

- شارك فى تأسيس مركز التعليم المتواصل بجمعية المهندسين المصريين ، وكان أول مدير له .

حصل من جمعية المهندسين المصرية على شهادة التقدير وميداليته فى يوم المهندس عام ١٩٨٥ .

ولعل أبلغ ما يمكن أن نرثى به الدكتور على محمد كامل ، هو قول الشاعر :

والموت نقاد على كفه

جواهر يختار منها الجياد



فى ذمة الله ...

## مهندس عبد الوهاب سليم البشرى

١٩٧٨ .

هذا ، والمهندس عبد الوهاب سليم البشرى من الدفعة الأولى للمهندسين العسكريين بسلاح المهندسين والأشغال العسكرية ، وقد شارك فى إعداد الكوادر بالجيش للوقاية من الغازات السامة ، وفى أعمال التحصينات ضد الغارات الجوية فى وحداته أثناء الحرب العالمية الثانية. كما قام بالمشاركة مع هيئة أركان حرب الجيش فى مراحل إعداد القوات المصرية أثناء الحرب العالمية الثانية أيضا وأثناء حرب فلسطين . فضلا عن أنه شارك منذ عام ١٩٥١ مع مجموعة الرواد الأوائل فى مراحل الإعداد والتركيب للمصانع الحربية التى بدأت الإنتاج الحربى تباعا ابتداء من عام ١٩٥٤ ، كما عهدت إليه قيادتها ورئاسة مجلس إدارتها منذ عام ١٩٥٦ وحتى عام ١٩٦١ .

قام بالمعاونة مع رجال المصانع الحربية بإدخال العديد من الصناعات المدنية التى تضمنها برنامج التصنيع الأول ١٩٥٨ / ١٩٦١ والخطة القومية الأولى ١٩٦١ / ١٩٦٥ جنبا إلى جنب مع الصناعة الحربية ، فأدخلت صناعات آلات الورش والمحركات الديزل والعدد والسنترالات التليفونية والصناعة الإلكترونية ، وعديد من الأجهزة المنزلية ، كمواقد وسخانات البوتاجاز والثلاجات الكهربائية ، بجانب التوسع فى إرساء قاعدة قوية فى أعمال السباكة الحديدية وغير الحديدية .

وقد وجهت للبحوث والتطوير فى مجالات الإنتاج الحربى عناية كبيرة فأُنشئت إدارة خاصة للتكنولوجيا ، وحظيت أساليب التخطيط والإدارة الحديثة بالاهتمام الجدير بها ، مما جعل من المصانع الحربية قاعدة وركيزة هامة للصناعة الهندسية والإنتاج الحربى .

وبعد ترك المناصب الوزارية ، بذل اهتماما خاصا بالإدارة

انتقل إلى جوار ربه فى ١٤/٥/١٩٩٦ السيد المهندس عبد الوهاب البشرى وزير الحربية والإنتاج الحربى الأسبق عن عمر يناهز ٨١ عاما ، أعطى خلالها لبلاده الكثير .

وحين نستعرض سجل حياته العلمية يتكشف لنا أنه سجل حافل بالإجازات فى المجالات المختلفة .

ولد الفقيد فى ٢٠ يناير ١٩١٥ ، وقد حصل على بكالوريوس كلية الهندسة ، قسم الكهرباء عام ١٩٣٦ ، وماجستير فى العلوم العسكرية كلية أركان حرب عام ١٩٤٣ ، مع دراسة عليا لمدة سنة فى الإدارة الصناعية بكلية التكنولوجيا بجامعة مانشستر عام ١٩٥٠/١٩٥١ .

وقد تدرج منذ تخرجه فى وظائف عديدة حتى أصبح وزيرا للحربية ( ١٩٦٢ / ١٩٦٦ ) ثم وزيرا للإنتاج الحربى ( ١٩٦٦ / ١٩٦٩ ) ، وقد كان أول وزير للإنتاج الحربى .

بدأ مهندسا بمصلحة التليفونات ( ١٩٣٦ / ١٩٣٧ ) ، ثم ضابطا بسلاح المهندسين عام ١٩٣٧ ، ثم ضابطا بإدارة العمليات الحربية ، ومصلحة الأشغال العسكرية ، ورئاسة هيئة أركان حرب الجيش حتى عام ١٩٥٠ .

ثم رأس :

- مجموعة الخبراء بمنظمة العمل الدولية ( ١٩٧١ / ١٩٧٦ )

- مكتب الاستشارات الهندسية والإدارية "امكو" عام ١٩٧٧

- جمعية الهندسة الإدارية فى نفس العام .

- مجلس بحوث تنمية الإنتاج الصناعى ، أكاديمية البحث العلمى منذ عام ١٩٨٠ وحتى تاريخ وفاته .

- كما عين نائبا لرئيس جمعية المهندسين المصرية منذ عام



- ورئيس مجلس بحوث تنمية الإنتاج الصناعي ، أكاديمية  
البحث العلمي منذ أوائل عام ١٩٨٠ .

وتقديرًا لخدماته العديدة لبلاده ، منح وسام الجمهورية  
الدرجة الثانية عام ١٩٥٤ ، والدرجة الأولى عام ١٩٦٤  
و ١٩٧٩ والعلوم والفنون عام ١٩٨٠ .....

- رحم الله الفقيد واسكنه فسيح جناته -

الحديثه ، والتنمية الإدارية وتنمية الملكات والقدرات  
الاستشارية، فعين رئيساً لمجموعة الخبراء بمنظمة العمل  
الدولية عام ( ١٩٧١ / ١٩٧٦ ) ، وظل يواصل نشاطه الخاص  
فى التنمية الإدارية والاستشارات الهندسية ، مشاركاً فى  
مختلف مراحل التنمية بالبلاد من خلال عمله :

- كرئيس لجمعية الهندسة الإدارية ( جمعية المهندسين ) منذ  
١٩٧٦ .

- ونائب رئيس جمعية المهندسين المصرية منذ عام ١٩٧٨ .

## REFERENCES

- [1] *Standard ETS 300 001, (PSTN); General Technical Requirements for Equipment Connected to an Analogue Subscriber Interface in PSTN.*
- [2] *ITU-T Recommendation I.430, Basic User-Network Interface - Layer 1 Specification.*
- [3] *ITU-T Recommendation I.431, Primary Rate User-Network Interface - Layer 1 Specification.*
- [4] *Standard ETS 300 297, (ISDN); Access Digital Section for ISDN Basic Access*
- [5] *Standard ETS 300 233, (ISDN). Access Digital Section for ISDN Primary Rate.*
- [6] *Standard ETS 300 324-1, (SPS); V Interface at the Local Exchange (LE), V5.1 Interface for the Support of Access Networks (AN)*
- [7] *Standard ETS 300 463, (TM); Requirements of Passive Optical Access Networks (OANs) to Provide Services up to 2 Mbit/s Bearer Capacity.*
- [8] *Standard PrETS 300 681, (TM), Optical Distribution Network (ODN) for Optical Access Network (OAN).*



subscribers supported by 64 kbps channels. Functionality and structure of this equipment is covered by normative documents [7, 8]. This solution seems to be very prospective because it uses optimum transmission media in specific network places, copper wires in the part of narrower bandwidth and fibres in the part of broader aggregate bandwidth. Now this access systems are delivered with SNI version V5.1 as multiplexers, after completing the international standardization of V5.2 interface they will work as concentrators.

Capacity of RSM varies usually between hundreds to several thousands of subscribers. It is necessary to emphasize that RSMs communicate with LE by a proprietary protocol. On the existing level of standardisation RSMs of a manufacturer cannot collaborate with a LE of another manufacturer.

## 5.2 Radio systems in Access Networks

In recent years wireless systems have also appeared in access networks. They help to:

- \* Increase partly mobility of new subscribers and shorten time for interim installation of subscriber lines before laying an ordinary subscriber cables. Due to the great cost of radio waves all these systems work on principle of concentrators and usually with a narrower bandwidth.

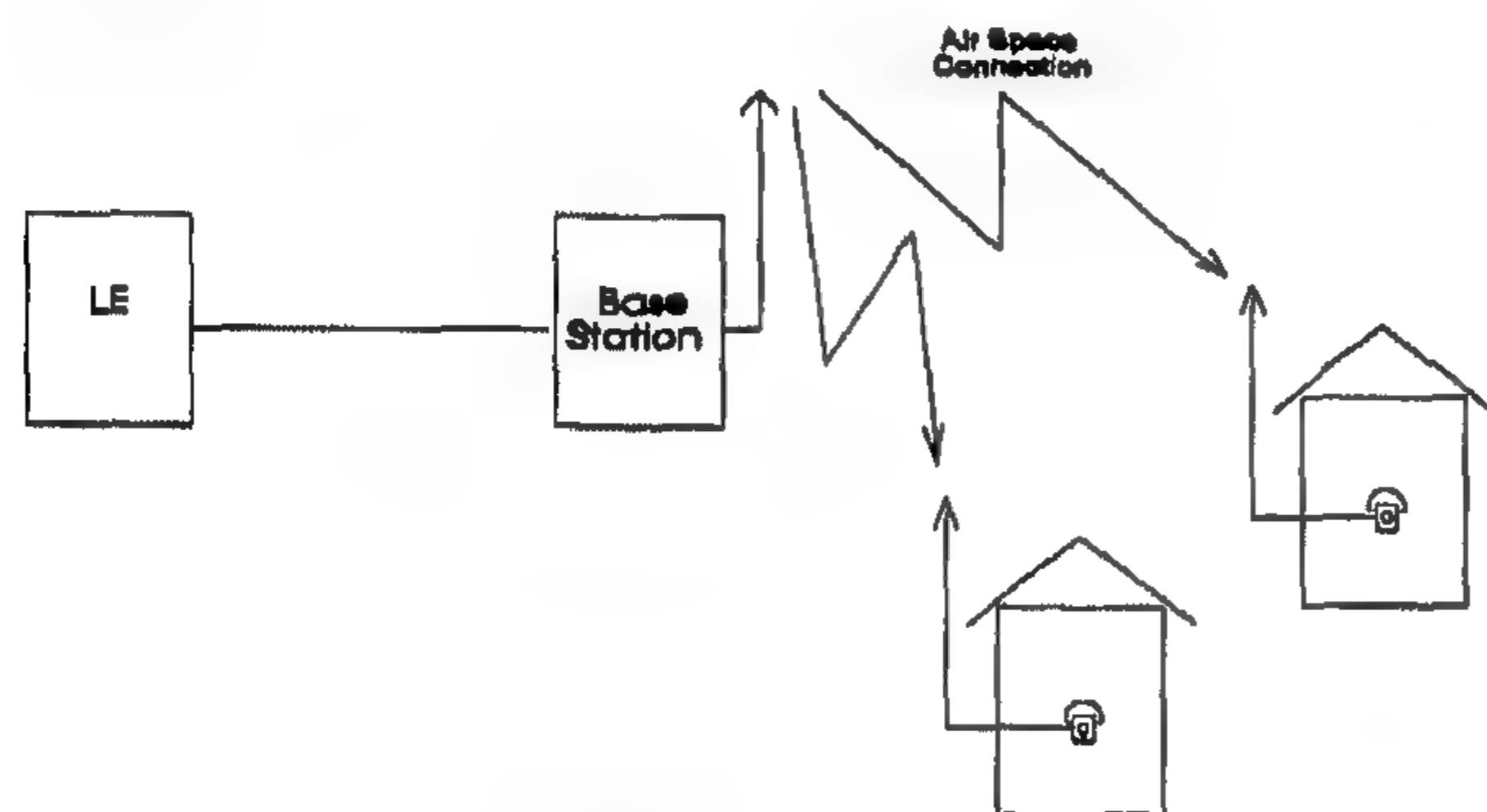


Fig.4 - Wireless In The Local Loop (WLL)

Wireless systems can be rapidly deployed, and are highly flexible in meeting the uncertainties of subscriber demand. The first generation of systems was analogue. Newer ones, based on digital technology offer many benefits, e.g. improved sound quality, less interference from sources of radio energy and increased privacy. Typical WLL system can cover an area

with the diameter up to 40 km.

For smaller areas with the diameter of kilometres were developed other techniques, i.e. CT (Cordless Telephone) and DECT (Digital European Cordless Telecommunication). CT networks are built in two versions, CT1 with analogue transmission and CT2 with digital transmission.

At CT2 systems the speech signal is digitised using a 32 kbps ADPCM encoder. The maximum transmitted power is 10 mW and the control data bits are protected against errors. CT2 also supports data transmission up to 2.4 kbps bitrate by the speech codec and higher rates by the direct access to 32 kbps bearer channel.

DECT standard was defined especially to address difficulties of radio communication in office buildings. The DECT technology that is sized for data transmission on bitrates up to 250 kbps is ideal for a deployment in wireless local loop situations, not limited by the power of the cordless telephone. It may cover areas with the diameter approximately 5 km which is ideal for an urban environment.

## 6. ACKNOWLEDGEMENT

I would like to thank my tutor Dr. Milan Meninger for his fruitful support, careful technical guidance and critical remarks during collecting materials and preparing this paper.

## 7. CONCLUSION

During the last decades experience and education of the mankind have doubled each five years. Efficient exchange of information inevitably depends on supporting telecommunication networks and services. To keep the pace with this social development the telecommunication networks have to develop themselves intensively, too.

The most quickly developing part of the telecommunications are access networks that are closely linked with users and providers of telecommunication services. The purpose of this article has been to introduce basic new terminology, to describe basic used communication techniques and in this way to develop a support for the next part of this serial that will submit model solutions for specific situations of the access network.



even if they were based on the digital technique, were usually interconnected with LEs at the analogue interfaces. Access systems of the second generation were designed for collaboration with specific LEs and communicated with them by proprietary protocols. This solution was naturally fully operable and technically reliable and under monopoly operation of telecommunication networks also represented normal condition for building of telecommunication networks. The era of monopoly operation is gradually transformed into a more liberal multioperator telecommunication environment. This trend penetrates also into the structure of the telecommunication network whose earlier monolithic structure is dissolved into individual network elements (NEs) that are interconnected at interfaces that have to have fully specified parameters to guarantee full interoperability between different network parts. Under these new conditions individual collaborating network elements may be manufactured by different producers.

Practically all problems in the access network standardisation are linked with SNI. Nevertheless the modern access network is designed as a multifunctional network high priorities in its design and also in its standardisation are paid to the support of the telephone service. The first modern SNI interface covering the 64 kbps and derived bitrates is the V5.x series, where V5.1 [6] deals with multiplexer interface and V5.2 treats the interface with concentration. For future broad band services the VB.5 interface is under preparation.

## 5. EXAMPLES OF ACCESS EQUIPMENTS

### 5.1 Cable systems in Access Networks

Classic connection of POTS subscribers to LE via copper wire has been optimised for the copper wire of diameter 0.4 mm for which results the length of maximum access link approximately 3 km. Direct passive connection of subscribers on longer distance would require thicker wires what degrades economy of the network. Longer subscriber links are therefore realised by various transmission access systems.

Note:

Applications of access systems on shorter distances, i.e. in the range of the single copper pair are also used in situations where the cable wire capacities are exhausted and where the installation of a new cable is not possible or effective.

The following table lists some access equipments

and below are described their specific features.

Tab. 2- Capacities of typical access equipment.

MULTIPLEXERS	CONCENTRATORS
PCM 2 or PCM 4	PCM 8
PCM 10	
PCM 30	
PCM 120	PCM 240
FITL 480 / V5.1	
	FITL 480 / V5.2

The family of multiplexers has the greatest population among access equipments. The simplest one is usually called PCM2. The system uses one digital line 160 kbps, originally designed for the BA-ISDN access, for two POTS channels. The version PCM4 is supported by the same digital line but uses a compressed coding of voice signal, e.g. by Adaptive Differential PCM (ADPCM). Systems PCM2 and PCM4 are designed for two-wire operation. Systems PCM10 and PCM30 are designed in two versions. Older ones use classical HDB3 (High Density Bipolar) two pair digital line.

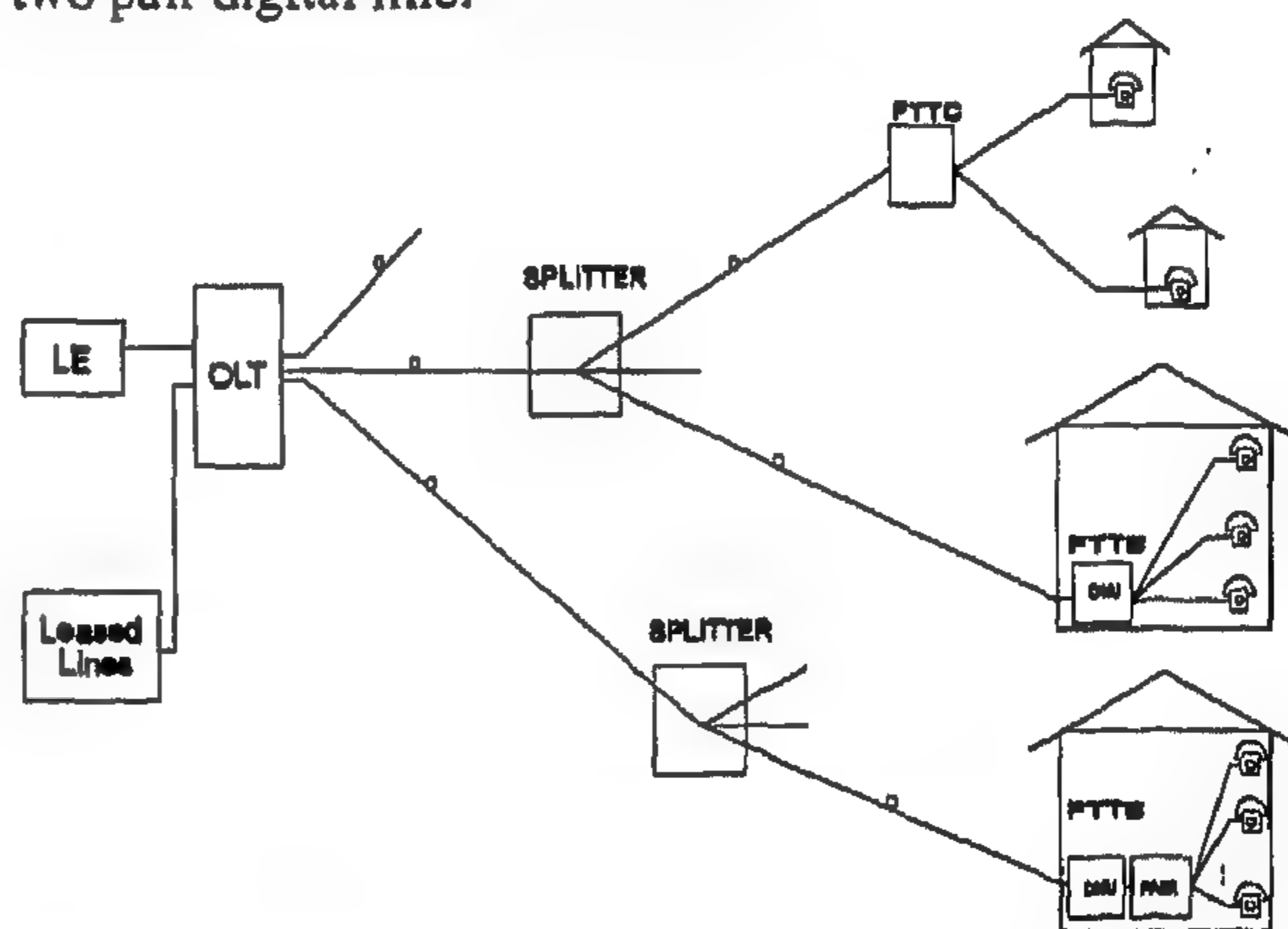


Fig.3- Optical Access Network (OAN).

The most modern concept, sometimes called as Optical Access Network (OAN) or FITL systems (Fibre In The Loop), see Fig.3, provides a special topology of access network. These systems are characterised by one or more single or multiple star shaped passive optical distribution network connecting optical network units ONU to one central optical line termination (OLT). An ONU has usually access to a 2 Mbps transmission bandwidth. Individual subscribers are connected to ONUs via copper lines. According to the network situation one ONU can be connected to a single subscriber, requiring a wider bandwidth or more



where  $B_u$  denotes the total bandwidth of tributary channels and,

$B_s$  - the total bandwidth of bearer channel(s).

In terms of the telecommunication traffic

$$y_u = y_s \quad (4)$$

where  $y_u$  denotes the total UNI traffic and

$y_s$  - the total traffic at SNI.

### 3.2 Concentration

At a concentration process the summarised configured bearer capacity is smaller than the total capacity of the network user channels, as is expressed by the following Relations:

$$B_u > B_s \quad (5)$$

$$B_u C_u = B_s \quad (6)$$

Value of the concentration coefficient  $C_u$  depends on the expected traffic. Typical values of the coefficient  $C_u$  for the telephone service are given in the following table:

Tab.1- Concentration coefficient versus expected mean traffic/subscriber

Expected traffic		
$y \leq 0,1 \text{ erl } ^1)$	$y = 0,2 \text{ erl } ^2)$	$y = 0,3 \text{ erl } ^3)$
$C_u = 8 \text{ to } 16$	$C_u = 4$	$C_u = 2$

1) Residential subscribers

2) Business subscribers

3) Very active business subscribers

Similarly to Eq. (4) it can be written

$$y_u = y_s + x_a \quad (7)$$

where  $x_a$  denotes losses resulting from the concentration in the access network.

The transmission capacity of the system is shared by subscribers according to their demand. The transmission is more economical than in the multiplexing method but organisation of the concentration is more complex from the service billing point of view because the intelligence of the system is located in place where the traffic is already concentrated.

### 3.3 Distributed Switching functionality

The basic idea of this method is in moving a part of

the switching functionality from LE closer to subscribers. This removed part of the local exchange is called RSM (Remote Subscriber Module). The objective of this structural change of telecommunication network is again a shortening of individual subscriber lines. The method has some features similar to the concentration process.

The new quality change in functionality, in comparison to the concentration method, is the capability to switch calls between subscribers connected to a RSM inside this RSM and not performing this switching in the remote host LE.

Strictly said, the distributed switching is not a special solution of the access network but has on the design of the access network essential impact.

The distributed switching process can be described by the following equations

$$B_s = (C_u - C_1)B_u \quad (8)$$

$$y_u = y_s + y_{uu} + x_a \quad (9)$$

where  $C_1$  denotes the concentration coefficient for the internal RSM traffic

$y_{uu}$  - the local traffic within the RSM.

Equations (3), (6), and (8) indicate how increasing of a complexity of a telecommunication equipment reduces necessary bandwidth of bearer channels. On the other side increasing of the equipment complexity is also accompanied by increasing of its cost. Therefore the main task of network designers is to select the most efficient solution. This task shall be analysed in the accompanying paper.

## 4. STANDARDISATION IN ACCESS NETWORK

Range of differences between parameters of interfaces in networks of different operators is proportional to the age of the provided service. The greatest differences are in the POTS interfaces that illustrate, e.g. Standard ETS 300 001 [1] collecting POTS interface specifications of many European countries. Much smaller differences are in ISDN area where BA ISDN and PRA ISDN interfaces are specified in ITU-T Recommendations [2, 3] and in ETSI Standards [4, 5].

Parameters of the UNI and SNI interfaces were closely linked by physical parameters of the subscriber links in classical copper subscriber networks. In modern access networks these two interfaces are separated by access systems and are practically independent. Access systems of the first generation,

impact on the network topology. A modern digital exchange serves much greater area than served a former analogue one. The greater area also results in longer subscriber lines that are more expensive and have worse transmission parameters. Both these features became engines for introducing a new technology into access network. New systems reduce the investment cost by multiple utilisation of transmission medium and offer simultaneously better transmission parameters.

Explanation of transmission systems for access network shall be presented here from three view points:

- Service aspect.
- Used communication techniques.
- Compatibility of network components.

## 2. SERVICE POINT OF VIEW

As was said in the introduction, the investments into access network including LEs are really enormous - approximately 50% of all network investments. This is a reason why all technological trends must be analysed very carefully to reach the best efficiency of investments from the long term view.

Temporary era of digital telecommunication services can be called the era of 64 kbps. This bit rate not only converts Plain Old Telephone Service POTS into the digital format but forms also the basic module from which all other services are derived. Transmission equipment for a modern access network is usually designed for one or more of the following bit rates:

- 64 kbps (POTS),
- 160 kbps (Basic Access ISDN),
- $n \times 64$  kbps (for fast data transported usually on leased lines), and
- 2 Mbps (Primary Access ISDN).

An implementation of digital transmission systems provides to subscribers wider bandwidth with better noise quality because the Analogue/Digital (A/D) conversion has moved closer to subscribers.

New services for near future that are under theoretical studies and experimental projects are being prepared for broad band transmission of massive data blocks providing transport of, e.g. newspaper pages, medical data etc. Due to their different and flexible requirements on the transmission bandwidth the new transport methods will not be circuit based, but probably cell based, e.g. ATM (Asynchronous Transfer Mode) switching technology, to carry voice, video and

data.

Future development step of access network will probably gradually integrate interactive services (e.g. existing telecommunication services) and distributive services (now represented, e.g. by CABLE TV (CATV)) what again increases economy and availability of investments into the telecommunication infrastructure.

## 3. COMMUNICATION TECHNIQUES USED IN ACCESS NETWORKS

Transmission systems that form the technological base of access networks offer better utilisation of transmission media and simultaneously move some functionality from SNI closer to UNIs. They are based, according to the principles of their function, on one of the following techniques:

- Multiplexing, or
- Concentration.



Fig.2- General block diagram of an Access Equipment.

A general block diagram of an access system is depicted in Fig.2 where  $b_{ui}$  denotes bandwidth of  $i = 1, 2, \dots, N$  network user channels and  $b_{sj}$  denotes bandwidth of  $j = 1, 2, \dots, M$  bearer channels.

### 3.1 Multiplexing

Multiplexing is a process of assembling a number of tributary channels into one or more bearer channel(s) of higher transmission capacity where the sum of the configured subscriber bit rates is equal to the summarised configured capacity of the bearer channel(s).

This process is described by the following Equations:

$$B_u = \sum_{i=1}^N b_{ui} \quad (1)$$

$$B_s = \sum_{j=1}^M b_{sj} \quad (2)$$

$$B_u = B_s \quad (3)$$



## MODERN ACCESS NETWORK

By  
Eng. Sabry Abd El-Fattah BADAWEY. MSc, PGS

### INTRODUCTION

Telecommunication networks play in modern society more and more important role. This phenomenon has two main reasons:

- More active human interactions accompanied by massive communication.
- Technical development in which the decisive role plays a computer support, requiring huge data exchange.

New tasks of telecommunication networks cannot be solved only by their extensive growth but mainly by changes in their principles. The growing amount of transported messages is not formed by growing amount of classical telephone calls but dominantly by a fast growth of new services requiring wider bandwidth. As a bottleneck of the telecommunication network has appeared its single subscriber lines are not capable to fulfil new requirements. Therefore the contemporary greatest changes in telecommunication network have occurred in this area that has upgraded into so called access network.

Some problems associated with building of access networks are described in the submitted two part serial of contributions.

The first part called Modern Access Network describes general problems of access network design. The second part called Optimisation of Access Network written more synthetically, gives answer, under some simplified conditions, to the question what technological solution is optimum for specific density of subscribers.

### Impact of Communication Technologies In Access Network

The importance of a modern telecommunication network for the economical and social development of each country is now widely recognised. Nevertheless telecommunications are very profitable industry. All investments must be considered very carefully to push the network development into the best direction. In the modern telecommunication network that provides many new services the subscriber part has passed an extensive development and has transformed in its new generation into Access Network.

### 1. DEFINITION OF ACCESS NETWORK

In classical telephone networks subscribers were connected to Local Exchanges (LEs) that interconnected their calls. In a description of modern telecommunication networks, that can provide many so far unprecedented services, increases also the measure of abstraction. Subscribers have transformed into network users and local exchanges and sources of other new services have abstracted into service providers, technically modelled by service nodes (Sns). Other

instances of service nodes can be, e.g. networks of leased lines for corporate networks, centres where subscriber gets value added services, etc.



Fig. 1- General reference model for access networks.

#### Definition:

Access Network is the network that interconnects network users with service nodes and is delimited by UNIs (User Network Interfaces) on one side and SNIs (Service Node Interfaces) on the other side.

In spite of breaching the exclusivity of telephone exchanges in providing singular network service, the great concentration of electronics in modern digital exchanges still determines many features of the network. One of the most visible features is their

\* Of the Telecommunication Institute of the Czech Technical University, Prague.

Equation (28) represents the water temperature in the utensil as a function of time. From this equation, one could estimate easily the transient time taken by the water to reach the steady temperature (i.e. boiling temperature), so that the estimation of cooking time could be possible. This will help in selecting the different parameters for better design of the cooker so that the cooking time could be reduced and the cooker be used for further cooking. The equation for transient time (t) which is given by (1/a) or:

$$t = \frac{M_W C}{n_U A_U h_{UW} (1 - A_{41})}$$

depends on the configuration parameter of the utensil, number of utensils, heat capacity of water and different foods, and heat transfer coefficients.

For numerical calculation, the following parameters are taken as follows:

$$n_U = 1, A_U = 0.095 \text{ m}^2, A_P = 0.16 \text{ m}^2 A_g = 0.16 \text{ m}^2$$

$$M_W = 2 \text{ lits}, C = 4185 \text{ J/kg}^\circ\text{C}, h_{gs} = 7.0 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}.$$

$$h_{ps} = 7.0 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}, h_{us} = 7.0 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}, h_1 = 18.0 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}.$$

$$h_b = 0.76 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}, \tau = 0.9$$

For the day October 5, 1992, the following meteorological data is taken for calculation,

$$T_a = 25^\circ\text{C}, \quad I_t = 1250 \text{ W/m}^2[5]$$

Upon substituting the above relevant parameters, the following results are obtained:

$$\Delta = 736 \quad A_{11} = 0.12 \quad A_{21} = 0.85 \quad A_{31} = 0.018 \quad A_{41} = 1.15$$

$$A_{12} = 0.44 \quad A_{22} = 0.45 \quad A_{32} = 0.08 \quad A_{42} = 0.05$$

$$A_{13} = +0.4 \quad A_{23} = 0.40 \quad A_{33} = 0.06 \quad A_{43} = 0.01$$

The final result gives,

$$T_g = 55.75^\circ\text{C}.$$

$$T_s = 155.25^\circ\text{C}$$

$$T_p = 125^\circ\text{C}$$

$$\text{and } t = 190 \text{ min}$$

Table (1) shows a comparison between the numerical results and the experimentally observed in Ref. [4] for a typical day of October 5, 1992

Table 1 - Comparison between the numerical results of the analysis and the experimental results observed in Ref. [4].

	$T_g$	$T_s$	$T_p$	$t$
Numerical calculation	55.75	155.25	125	190
Experimentally observed[4]	55.0	167.0	122	195

From the analytical results and the numerical calculations, the following conclusions have been drawn:

1. The transient time, i.e. the time required to reach the steady or stagnant temperature (cooking temperature) is mainly dependent upon the heat capacity of the water and food.
2. The greater the heat capacity of utensil content, the longer will be the transient time and hence the cooking period.
3. The transient time (t) obtained from the analytical results is slightly less as compared to the experimental results given in [4]. This suggests that less time is to be taken in cooking after the transient period.

## REFERENCES

1. G.O.G. Löf, "Recent Investigation in the Use of Solar Energy for Cooking," *Solar Energy* Vol. 7, No. 3, PP. 125-133 (1963).
2. H.P. Garg., "Transient Behaviour of the Box-Type Solar Cooker Based on Periodic Theory", *Appl. Energy*, Vol. 14 P. 233 (1983).
3. A.K. Saxena, T.C. Kandpal and S.C. Mallick, "Some Guidelines of the Thermal Evaluation of the Box Type Solar Cooker.", *Proceeding of Int. Solar Energy Society Convention, Bhopal, India. (1983).*
4. M.E. El-Swify, "Experimental Assessment of a Family Size Solar Box Cooker.", *J. of the Inst. of Eng. (INDIA)*, Vol. 76, PP. 52-57 (1995).
5. N.H. Helwa and M.E. El-Swify, "Performance of Portable Family Size Solar Box Cooker.", *J. of the Inst. of Eng. (INDIA)*, Vol. 74, PP. 1-4 (1993).



$$T_a = A_{41} T_W + A_{42} T_a + A_{43} I_t \quad (25)$$

where:

$$A_{11} = \frac{K_2 a_{12} a_{33} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{21} = \frac{-K_2 a_{11} a_{33} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{31} = \frac{K_2 a_{11} a_{32} a_{24}}{\Delta}$$

$$A_{41} = \frac{K_2}{\Delta} (a_{11} a_{22} a_{33} - a_{11} a_{32} a_{22} - a_{21} a_{12} a_{33})$$

$$A_{12} = \frac{h_1}{\Delta} (a_{22} a_{33} a_{44} - a_{32} a_{23} a_{44} - a_{42} a_{33} a_{24})$$

$$A_{22} = \frac{-h_1}{\Delta} a_{21} a_{33} a_{44}$$

$$A_{32} = \frac{h_1}{\Delta} a_{21} a_{32} a_{44}$$

$$A_{42} = \frac{h_1}{\Delta} a_{21} a_{42} a_{33}$$

$$A_{13} = \frac{Ag \cdot \tau}{\Delta} \left[ a_{21} a_{23} a_{44} + \frac{a_{12} a_{33} a_{24}}{A_p} \right]$$

$$A_{23} = -\frac{Ag \cdot \tau}{\Delta} \left[ a_{11} a_{23} a_{44} + \frac{a_{11} a_{33} a_{24}}{A_p} \right]$$

$$A_{33} = \frac{Ag \cdot \tau}{\Delta} \left[ \frac{a_{11} a_{32} a_{24}}{A_p} + (a_{11} a_{12} a_{24} - a_{11} a_{42} a_{24} - a_{21} a_{12} a_{44}) \right]$$

$$A_{43} = \frac{Ag \cdot \tau}{\Delta} \left[ a_{11} a_{42} a_{23} + \frac{(a_{11} a_{21} a_{33} - a_{11} a_{32} a_{23} - a_{21} a_{12} a_{33})}{A_p} \right]$$

From Eq. (25) in Eq. (5), the following relation is obtained,

$$\begin{aligned} \frac{dT_W}{dt} + \frac{n_U A_U h_{UW} (1 - A_{41}) T_W}{M_W C} \\ = \frac{n_U A_U h_{UW}}{M_W C} [A_{43} I_t + A_{42} T_a] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dT_W}{dt} &= \frac{n_U A_U h_{UW}}{M_W C} [(A_{43} I_t + A_{42} T_a) - T_W (1 - A_{41})] \\ \frac{dT_W}{dt} + \frac{T_W (1 - A_{41}) n_U A_U h_{UW}}{M_W C} &= \frac{n_U A_U h_{UW}}{M_W C} (A_{43} I_t + A_{42} T_a) \end{aligned} \quad (26)$$

$$\text{or, } \frac{dT_W}{dt} + a T_W = f(t)$$

where:

$$a = \frac{n_U A_U h_{UW} (1 - A_{41})}{M_W C}$$

and

$$f(t) = \frac{n_U A_U h_{UW}}{M_W C} (A_{43} I_t + A_{42} T_a)$$

The solution of Eq. (26) could be obtained by substituting the initial condition, i.e.

$$T_W(t=0) = T_{W1}, \quad f(t) = f(t=0) \text{ at } t=0 \quad (27)$$

Substituting (27) in Eq. (26), one obtains ( $T_W$ ) as,

$$\therefore T_W = \frac{f(t)}{a} + \left[ T_{W1} \frac{f(t=0)}{a} \right] e^{-at} \quad (28)$$

where:

$$f(t=0) = \frac{n_U A_U h_{UW}}{M_W C} (A_{43} I_{t1} + A_{42} T_{a1})$$

where ( $I_{t1}$ ) and ( $T_{a1}$ ) being the values of solar radiation and ambient air temperature respectively at  $t=0$ .

putting  $t = \frac{1}{a}$  in Eq. (28), one gets

$$\therefore T_{Ws} = \frac{f(t)}{a} + \frac{1}{e} \left[ T_{W1} - \frac{f(t=0)}{a} \right] \quad (29)$$

where: ( $T_{Ws}$ ) is the stagnant water temperature.

and ( $t$ ) is the transient time or the time just beyond which the water in the utensil will attain a steady temperature.

## RESULTS AND DISCUSSION

Eqs. (22-25) are used for the temperature of the glass cover, stagnant air, cooker plate and utensil.

$$a_{11}T_g + a_{12}T_s + a_{13}T_p + a_{14}T_u = C_g \quad (6)$$

$$a_{21}T_g + a_{22}T_s + a_{23}T_p + a_{24}T_u = C_s \quad (7)$$

$$a_{31}T_g + a_{32}T_s + a_{33}T_p + a_{34}T_u = C_p \quad (8)$$

$$a_{41}T_g + a_{42}T_s + a_{43}T_p + a_{44}T_u = C_u \quad (9)$$

where:

$$\left. \begin{aligned} a_{11} &= h_{gs} + h_1 \\ a_{21} &= -A_g h_{gs} \\ a_{31} &= 0 \\ a_{41} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{12} &= -h_{gs} \\ a_{22} &= A_g h_{gs} + (A_p - n_u A_u) h_{ps} + n_u h_{ps} A_u \\ a_{32} &= -(A_p - n_u A_u) h_{ps} \\ a_{42} &= -h_{us} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{13} &= 0 \\ a_{23} &= -(A_p - n_u A_u) h_{ps} \\ a_{33} &= (A_p - n_u A_u) (h_b + h_{ps}) \\ a_{43} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{14} &= 0 \\ a_{24} &= -n_u A_u h_{ps} \\ a_{34} &= 0 \\ a_{44} &= -(h_{uw} + h_{ps}) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} C_g &= h_1 T_a \\ C_s &= 0 \\ C_p &= A_g \tau (I_t) \\ C_u &= \frac{A_g}{A_p} (I_t) + h_{uw} T_w \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Eqs. (6-9) are solved by using the rules of determinant in the form,

$$T_j = \frac{\Delta_j}{\Delta} \quad (15)$$

where  $(\Delta)$  is the determinant of the coefficients of Eqs. (6-9)

$$\therefore \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ 0 & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & a_{42} & 0 & a_{44} \end{vmatrix}$$

$$\therefore \Delta = a_{11} a_{22} a_{33} a_{44} - a_{11} a_{32} a_{23} a_{44} - a_{11} a_{42} a_{33} a_{24} - a_{21} a_{12} a_{33} a_{44} \quad (16)$$

and  $(\Delta_j)$  is the determinant obtained by replacing the coefficients of  $T_j$  by C's in the equations.

From Eq. (15)

$$\therefore T_g = \frac{\Delta_g}{\Delta}, T_s = \frac{\Delta_s}{\Delta}, T_p = \frac{\Delta_p}{\Delta} \text{ and } T_u = \frac{\Delta_u}{\Delta} \quad (17)$$

where:

$$\therefore \Delta_g = \begin{vmatrix} C_g & a_{12} & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ C_p & a_{32} & a_{33} & 0 \\ C_u & a_{42} & 0 & a_{44} \end{vmatrix} \quad (18)$$

$$\therefore \Delta_s = \begin{vmatrix} a_{11} & C_g & 0 & 0 \\ a_{21} & 0 & a_{23} & a_{24} \\ 0 & C_p & a_{33} & 0 \\ 0 & C_u & 0 & a_{44} \end{vmatrix} \quad (19)$$

$$\therefore \Delta_p = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & C_g & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & a_{24} \\ 0 & a_{32} & C_p & 0 \\ 0 & a_{33} & C_u & a_{44} \end{vmatrix} \quad (20)$$

$$\therefore \Delta_u = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & C_g \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & 0 \\ 0 & a_{32} & a_{33} & C_p \\ 0 & a_{42} & 0 & C_u \end{vmatrix} \quad (21)$$

From Eqs. (17-21), the following equations are obtained:

$$T_g = A_{11} T_w + A_{12} T_a + A_{13} I_t \quad (22)$$

$$T_s = A_{21} T_w + A_{22} T_a + A_{23} I_t \quad (23)$$

$$T_p = A_{31} T_w + A_{32} T_a + A_{33} I_t \quad (24)$$



In this model equations describing the temperature of cooker different components are given as a function of time in terms of meteorological parameters and different heat transfer coefficients. Numerical computations have been done using the meteorological data of October 5, 1992. The results obtained have been found well in agreement with the experimental results of El-Swify[4].

### DESIGN CONSIDERATION

The box type solar cooker considered in this study is of outer dimensions 0.50 x 0.50 x 0.25 m, the inner box dimensions are 0.4 x 0.4 x 0.2 m; the dimensions of the cooker G.I. plate (painted black) are 0.4 x 0.4 m. To reduce the heat losses from the cooker, 0.05 m thick insulation is provided for all sides except the upper one which is made of double glazing to reduce the upper heat losses. The double glass cover has dimensions of 0.4 x 0.4 m spaced 0.025 m apart. The cooker utensil is of aluminum alloy and painted black; it has a diameter of 0.20 m and height of 0.1 m. In order to enhance the solar radiation on the cooker, a reflector assembly of three planner parts has been provided at the cooker head as shown in Fig. (1). The dimensions of the middle part (square) is 0.5 x 0.5 m, while for the two other parts (triangle shape) is 0.5 x 0.5 m. The reflector assembly is made of plywood and covered with a highly reflecting material. The reflector can be adjusted with the help of a flexible adjusting lever to the required tilt angle.

### THEORETICAL ANALYSIS

An energy balance is made on each component of the cooker such as, the glass cover, cooker plate, stagnant air between the cooker plate and the glass cover, utensil and water inside the utensil. Some assumption are taken into consideration such as:

1. Neglecting the heat capacities of the cooker components such as, cooker plate, glass cover, inside air.
2. Solar radiation falling upon the cooker is uniformly distributed.
3. Neglecting the heat observed between the double glazing.

#### Glass cover:

$$H_{gs} (T_s - T_g) = H_{ga} + H_{rga} (T_g - T_a) \quad (1)$$

#### Stagnant air:

$$A_g h_{gs} (T_s - T_g) = n_u A_u h_{us} (T_u - T_a) + (A_p - n_u A_u) h_{ps} (T_p - T_s) \quad (2)$$

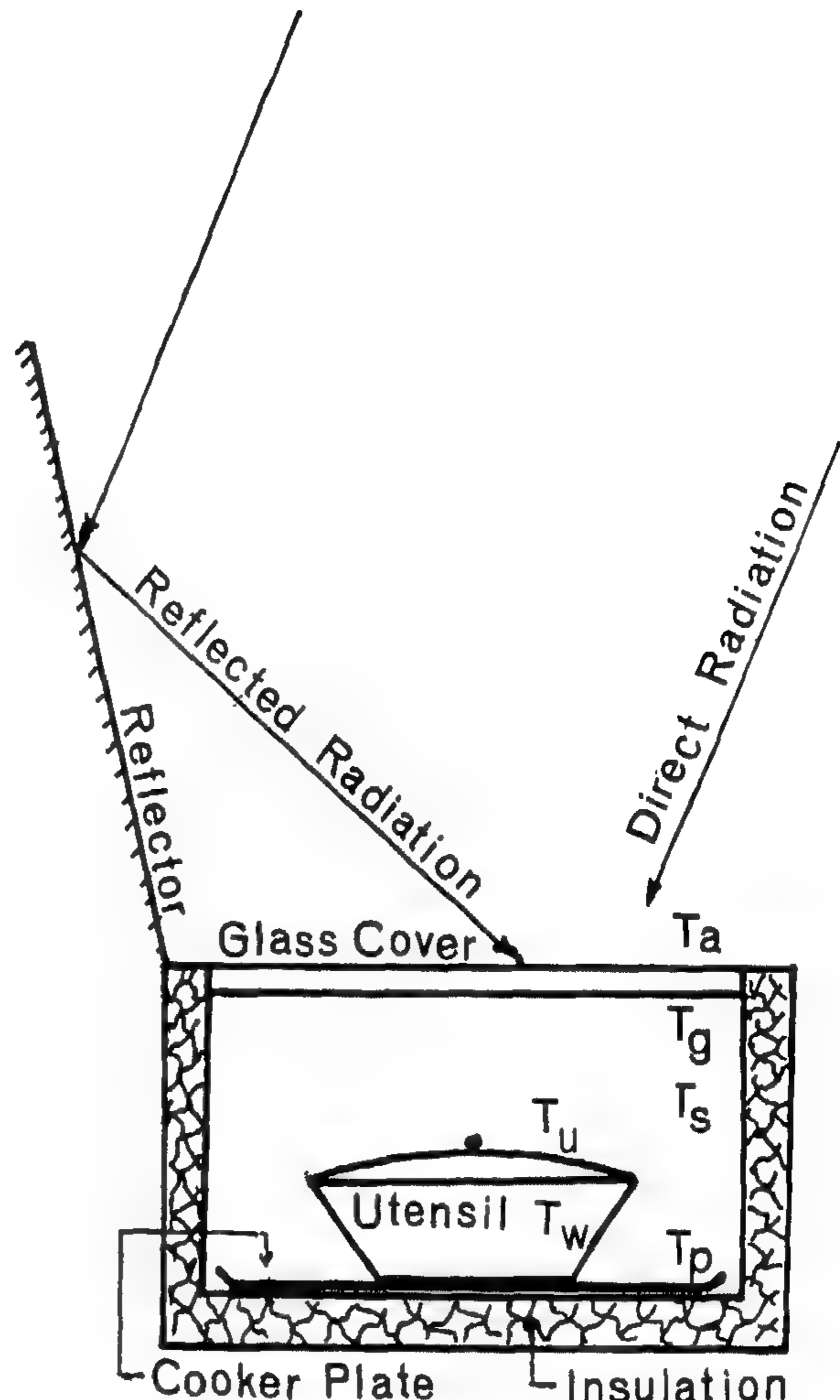


Fig. 1- Schematic diagram of the solar box cooker

#### Cooker plate:

$$A_g \tau (I_t) = (A_p - n_u A_u) [h_{ps} (T_p - T_s) + h_b (T_p - T_a)] \quad (3)$$

$$\text{where, } h_b = \frac{L}{K_1} + \frac{1}{h_1}$$

#### Utensil:

$$\frac{A_g}{A_p} \tau (I_t) = h_{uw} (T_u - T_w) + h_{us} (T_u - T_s) \quad (4)$$

#### Utensil water:

$$n_u A_u h_{uw} (T_u - T_w) = M_w C \frac{dT_w}{dt} \quad (5)$$

The Eqs. (1-4) simplify to,

# MODELLING OF THE SOLAR BOX COOKER UNDER LOAD CONDITION BASED ON A TRANSIENT ANALYTICAL CONCEPT

By  
M.E. El-Swify and W.H. Tadros

## ABSTRACT

In order to predict the thermal behaviour of the loaded solar box cooker, a general mathematical model based on a simple transient analytical concept has been presented. Equations for the temperature of stagnant air between the cooker plate and the glass cover; cooker plate, glass cover, water in the utensil and the utensil itself have been presented. Numerical calculations have been made and compared with experimentally observed values. The result obtained have been found well in agreement with the experimental results.

## NOMENCLATURE

$A_g$	Glass cover surface area, $m^2$
$A_p$	Cooker plate surface area, $m^2$
$A_u$	Utensil surface area, $m^2$
$C$	Specific heat of water $J/kg^\circ C$
$h_b$	Convective heat transfer coefficient from cooker plate to surrounding, $w/m^2^\circ C$
$h_{ga}$	Convective heat transfer coefficient from glass cover to surrounding $w/m^2^\circ C$ .
$h_{gs}$	Convective heat transfer coefficient between stagnant air and glass cover, $w/m^2^\circ C$ .
$h_{ps}$	Convective heat transfer coefficient between cooker plate and stagnant air, $w/m^2^\circ C$ .
$h_{rga}$	Radiative heat transfer coefficient from glass cover to surrounding $w/m^2^\circ C$ .
$h_{us}$	Convective heat transfer coefficient between utensil and stagnant air, $w/m^2^\circ C$ .
$h_{uw}$	Convective heat transfer coefficient between utensil and its water content, $w/m^2^\circ C$ .
$I_t$	Total solar radiation input to the glass cover $w/m^2$
$K_i$	Thermal conductivity of the insulation, $w/m^\circ C$ .
$L$	Insulation thickness, m
$n_u$	Number of utensils
$T_a$	Ambient temperature, $^\circ C$
$T_g$	Glass temperature, $^\circ C$
$T_p$	Plate temperature, $^\circ C$
$T_s$	Stagnant temperature, $^\circ C$
$T_u$	Utensil temperature, $^\circ C$
$T_w$	Utensil water temperature, $^\circ C$

## INTRODUCTION

In dealing with the principle of cooking, Löff<sup>[1]</sup> has stated that for boiling type of cooking, the food must

first be raised to cooking temperature; it must then be maintained at this temperature for a period sufficient for effecting change required. The quantities of heat necessary for physical and chemical changes involved in cooking are small in comparison to the heat required for increasing the food temperature (sensible heating). Most foods contain a high portion of water, and heating them to cooking temperature requires nearly  $1.0 \text{ Cal/kg}^\circ C$ . The higher the heat input rate to the food and utensils, the faster will the food be heated to cooking temperature. It is therefore generally true that differences in the time required for cooking equal quantities of food having various heat supply capacities are due mainly to the different durations of the sensible heating periods. These sensible heating periods, i.e. the transient time required to attain the cooking temperature is tried to be estimated by different investigators. Garg *et al.*<sup>[2]</sup> found that the results obtained by steady state analysis are much higher than the experimentally observed values. During their study, the transient aspect was not considered in addition to that, their model gives the thermal performance only on the unloaded box solar cooker, i.e. having no cooking utensils loaded with food. Therefore, their model is not applicable to predict the thermal performance of the loaded box solar cooker which is the most practical case. Also, Saxena *et al.*<sup>[3]</sup> have given some guidelines for thermal evaluation of the box-type solar cooker. This model takes into consideration the heat balance only upon the water content in the utensil. So, it is not sufficient to get an exact performance of the system.

In this study, a general mathematical model based on a simple transient analytical concept for the different components of solar box cooker under loading and unloading conditions has been presented.



## REFERENCES

### Arabic References :

- Ali Ahmed Abdel Salam , " *The Geomorphology of Depression in the Qatari Peninsula* " , Doha , 1990.
- Bahiri, Salah , Farra, Madiof , " *Aspects of Qatar Geography* ", Faculty of Arts , Cairo University , Cairo , 1970.
- Al- Jabir , Mohammed Hassan , " *Human Geography of Qatar* ", Unpublished Master's Thesis , Faculty of Arts , Cairo university , 1970.
- Yahia , Mohammed Aadel Ahmed , " *Landsat Aerial Photos Atlas of the State of Qatar* , " Center for Scientific and Applied Research , University of Qatar , Qatar Modern Printing Press , 1983.
- Sankri, Mohmmmed Nazir , *Desertification Combat and Plantation of the Desert in the Arabian Peninsula with Concentration on the GCC States , Symposium for Desertification and Land Repair in the GCC States , Vol. 2, Arabian Gulf University , Bahrain , 1993.*
- Al-Zagat, " *Green Belts for Desertification Combat and Land Repair and for a Better Environment in the Arabian Peninsula* , " Vol. . 3, Bahrain University , Bahrain , November 1993.
- Embabi, Nabil Ashor , Mahmoud, " *Sand Dunes in the Peninsula of Qatar* ", Part 1, Documents and Human Studies Center, University of Qatar, Doha, Qatar, 1983.
- Embabi, Nabil , Ashor , Mahmoud , " *Sand Dunes in the Peninsula of Qatar* ", Part 2, Documents and Human Studies Center of Qatar , Doha , Qatar, 1985.
- Abu-al-Khair, Yahia Mohammed Al-Sheikh , *Sand Movement in Al-Ahsa Region , Bulletin No. 64 Issued by Geography Department , Kuwait University and the Geographical Society , 1984,p.31.*

### Foreign References :

- Al-Sheeb, Ali, " *Coastal Geomorphology of Peninsula of Qatar* , " Unpublished Thesis , 1988.
- Cavelier, C., " *Geological Description of the Qatar Peninsula* , " Department of Petroleum Affairs, Government of Qatar , Bureau de Recherches Geologiques et Minieres , Paris , 1970, p.39.
- Hunting Surveys LTD, " *Technical Report on Sand Movement Study of Umm Said 1963-1977* ", Ministry of public Works, Doha, Qatar , 1977.

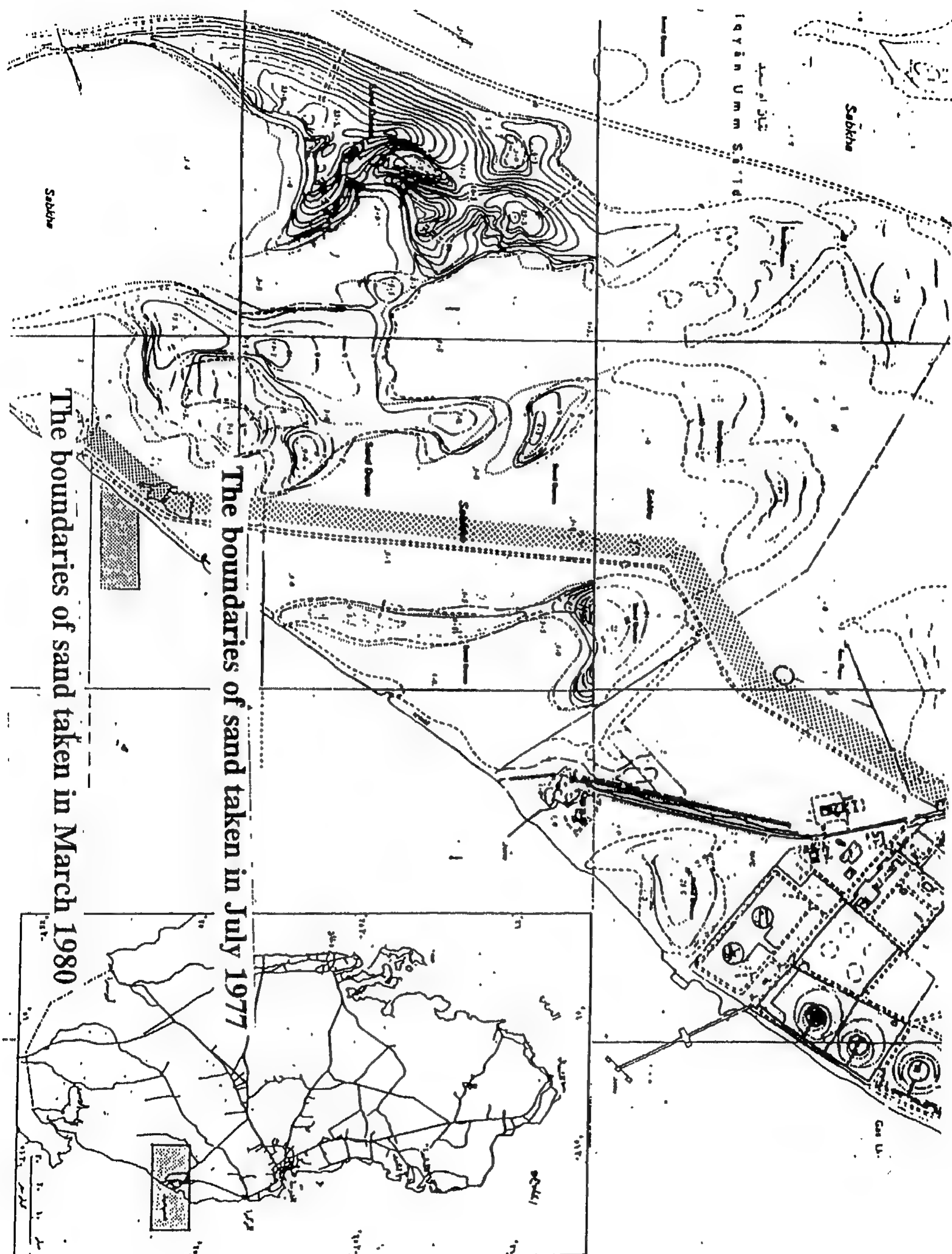


Fig. 9- The proposed green belt around the area of the study



into consideration the following points :

- 1- The height of wind brakes and trees is an important issue for the wind breaking. Whenever the wind brake is high over the surface of the earth, the protected area increases and the speed of the wind is affected .
- 2- The intensity of the wind brakes which are made in one or more lines of trees that are durable to the wind and which constitute a high plantation dam which is not diffusable by the wind .
- 3- The extension of the wind brakes and the distances between them , i.e. , they should be vertical in the direction and source of the wind . They may be in one or more directions . The distances between wind brakes depend on the height of the wind brakes and the intensity and speed of the wind .
- 4- Types of trees: It is preferred that one type of trees or bushes is used. The types used locally in the three projects of the state , and have proven efficiency and effectiveness in protection, have been previously mentioned.
- 5- The main features of the tree ( Al-Zagat , 1983) are :
  - \* Its growth should be quick and organized .
  - \* The leaves should be thick , and the tree soft and able to bend easily in order to absorb the strength of the wind .
  - \* The tree should be able to grow in the sand , especially where the sand is salty or acidic .
  - \* The tree should be capable of growing deep roots resistant to the wind .
  - \* The tree should always be green for most seasons of the year.
  - \* The tree must endure the circumstances of a hard and dry environment, that consume very little water.
  - \* The tree should be economical , and able to produce timber , fruits , seeds , and animal food .

## CONCLUSION

The movement of sand dunes in the state of Qatar , especially the crescent ones, is a characteristic in the Qatari mainland. It occurs in the eastern and south eastern sectors . Many factors contribute in the movement of sand dunes, such as the plain surface and the current northern and north western winds .

The analysis of topographic maps, aerial photographs and satellite photos reveal the quantity and ratio of the movement of sand dunes , where the ratio of the relative movement of large dunes amounts to 7.5 meter/year and the small dunes 40 meter / year during

the period 1963-1980 under the influence of current local winds .

The combat of the movement of sand dunes depends greatly on the previous attempts experienced in GCC states in the projects which have already been implemented and have concluded good results . Locally, afforestation aimed at vital projects in the state , the last of which was Al-Mashabia where the sand has been used for the growing of animal foods and palm trees.

The relation of the movement of sand dunes with Sileen tourist project proves that the project will suffer in the future . The traffic of sand dunes movement has not been taken into consideration before the establishment of the project . There is an expected annual deviation of 156 degrees from the north . This deviation is parallel to the movement of sand dunes , i.e., the movement of sand dunes will have the same direction of Sileen tourist project .

The research ends with some resolutions proposed for the stabilization of sand dunes in the area of study , and they include establishment and design of wind brakes and green belts, and consideration of the heights, density , and the types used in stabilization .

## RECOMMENDATIONS

This study recommends that special measures should be taken to combat desertification through the proposal of an overall plan to be implemented in the State of Qatar and the other GCC states . The main items of this plan are :

- 1- Stopping of sand movement and soil erosion .
- 2- Cooperation on the national, regional , Arab , and international level to combat desertification and to stabilize sands .
- 3- Utilization of the latest techniques , such as remote sensing and geographical information systems (GIS), to study the phenomenon of desertification , stabilization of sands , and afforestation.
- 4- Convention of symposia and conferences , and exchange of information on desertification .
- 5- Introduction of environmental awareness for individuals , and enlightening them in the fields of combating desertification and utilization of afforestation to stop sand movement.
- 6- Issuance of scientific news bulletins in the fields of combating desertification and plantation of deserts .
- 7- Issuance of an atlas for the states in the area pinpointing deteriorating and perishable environments .



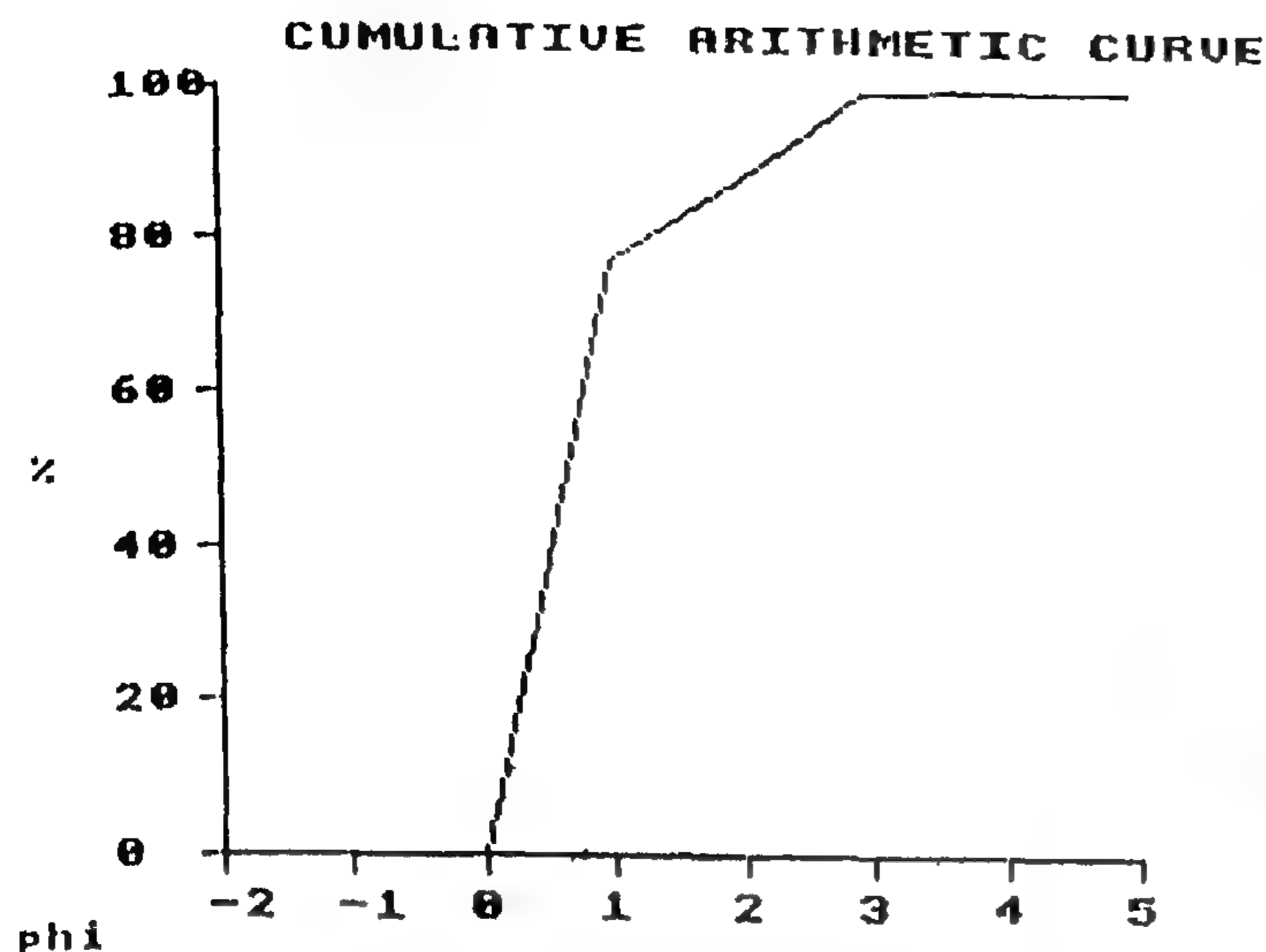


Fig. 7- Cumulative percentage particle size of sand dunes sediments from Umm Said (study area)

The question raised here is that :

Do moving sand dunes threaten the populated area in the location of study ? What are the future expectation for this movement ?

Generally speaking , the construction phenomena in the southern part of the State of Qatar is less than that existing in the eastern or northern parts. Yet , the construction phenomena which are threatened by sand dunes , as Embabi (1985) has recorded them , are represented in the following :

- 1- Al-Wakra- Al-Khararah road .
- 2- The Industrial Area of Umm Said .

This research adds a new area , i.e. Sealine Tourist Resort, which lies in the face of current winds and the sands transferred from the nearby sand dunes. Currently, we find that Umm Siad Industrial Area is far from the influence of the sand dunes, except for some side effects in, for example, the air conditioners which are affected by the entry of sand granules. Embabi's study (1985) suggests that the expected movement of the annual quantity of sands deviates 156 degrees from the north . This deviation corresponds greatly with the general direction of the dunes movement in the eastern sector (154 degrees). The indication is that the movement of the dunes will take the same direction in the same time, which is the direction of south, south eastern i.e., away from the industrial establishments in Umm Said. On the other side, the sand dunes will blow easily over the Tourist Resort of Sealine. In this respect, the management of the project takes the measures of removing sands by machines from time to time from the road leading to the project in order to prevent traffic jam or to clean the main entrance (Fig. 8). Future plans

are directed towards this area through the establishment of a similar project in Khor-al-Odaid which faces the same problems. Certain important matters should be taken into consideration when establishing this project which is expected to levy good revenue for the State. These include :

- 1- The selection of a location that is far from the traffic of sand dunes movement .
- 2- The selection of a location at a far distance where sand dunes are not expected to arrive in a short period of time .



Fig. 8A- The main entrance of Sealine Resort



Fig. 8B- The road leading to Sealine Resort

### PROPOSED SOLUTIONS FOR STABILIZATION OF SAND MOVEMENT IN THE AREA OF STUDY

In order to protect Sealine Tourist Resort from the moving sands some appropriate solutions are proposed including the establishment of green belts parallel to the roads leading to the projects ( Fig. 9) , and around the project itself. Green belts are considered as the best means for preventive afforestation in desert and dry regions , since they break the speed of strong winds , improve local weather, and stabilize sands and moving sand dunes. Yet, before establishing wind brakes and belts it is important to lay out the design which takes



spring rains and the waters of the surface layer. Reports of this project indicate that *Tamarix* spp. (ithil) trees represent 90% of the trees used in stabilizing sand dunes. The other types of trees include *Casurina* *Acacia*, etc. (Abu-al-Khair, 1984).

Other projects in Saudi Arabia include wind protectors of Al-Oyoun City, sand stabilization of Al-Aqir-Al-Oyoun road, sand stabilization of Abqaiq-Dhahran road and sand stabilization of Al-Hufuf-Salwa road.

In UAE, the important sand stabilization and anti-desertification projects are located in Abu Dhabi. They include:

- 1- Sand stabilization project with *Prosopis Specigeva* (al-gaff) trees around Al-Ain new airport.
- 2- Sand stabilization and beautification project with *prosopis Specigeva* (al-gaff) and *A. Tortilis* (al-samr) trees of Abu Dhabi - Al-Ain road.
- 3- Sand stabilization and beautification project of Dubai - Al-Ain And Dubai - Abu Dhabi roads.
- 4- sand stabilization project with *prosopis Specigeva* (al-gaff) trees of Al-Wajan.

In Oman, the sand dunes projects are still limited, and the most important of the available ones is Al-Kamil- Al-Wafi project which is located in Al-Wahiba sands, and it has been afforested with *Prosopis Specigeva* (al-gaff), *Maerua Crassifolia* (al-sarah), and *Salvadora Persica* (al-arak) trees (Sankary, 1983).

Locally, the Ministry of Municipality and Agricultural Affairs planted *Shawii* (al-awsaj), *Ziziphus Nummalaria* (al-sidr), *A.Tortilis* (al-samr), *Tamarix* spp. (al-ithil), and *al-ramath* in three projects which aim at full utilization of lands and minimization of sand dunes movement. These projects are:

- 1- Establishment of sheep farm in Abu Samra in the southern part of the State.
- 2- Establishment of Al-Ariq Wadi in the southern part of the State.
- 3- Establishment of the palm trees projects named Al-Mashabia in the southern part of the State.

All these projects are successful. Here the sands are planted with animal food stocks, vegetable and palm trees, a way which is considered as a kind of stabilizing the sand.

In order to combat desertification through the stabilization of sand dunes, very important preliminary

studies should be undertaken:

- 1- Land - forms study (geomorphology) by the studying of sand sources and their problems through the usage of modern technology, i.e., aerial and satellite photos in order to determine the tracks and lanes of sand dunes.
- 2- The study of sand dunes environment, such as the changes in the sand dunes, and the recognition of the plants which can be utilized in the stabilization process.
- 3- The chemo-physical study of the sands in order to determine the size and diameter specifications of the sand dunes. Particle size analysis of the sand dunes indicates that the grain size ranges between fine and medium fine sand reflecting the narrow range of grain size -(Fig 6). The sand is moderately sorted ( $S=0.74$ ) and the sediments show positive skew ( $sk=+0.20$ ) -(Fig 7). This distribution of sand may be due to wind sorting.
- 4- The study of the water sources which can be utilized in additional irrigation, and the best means of forwarding them to the locations of stabilization.
- 5- Establishment of wind brakes in the appropriate places in order to determine the scope of sedimentation and the relation to the growth of plants fixed in the sands.

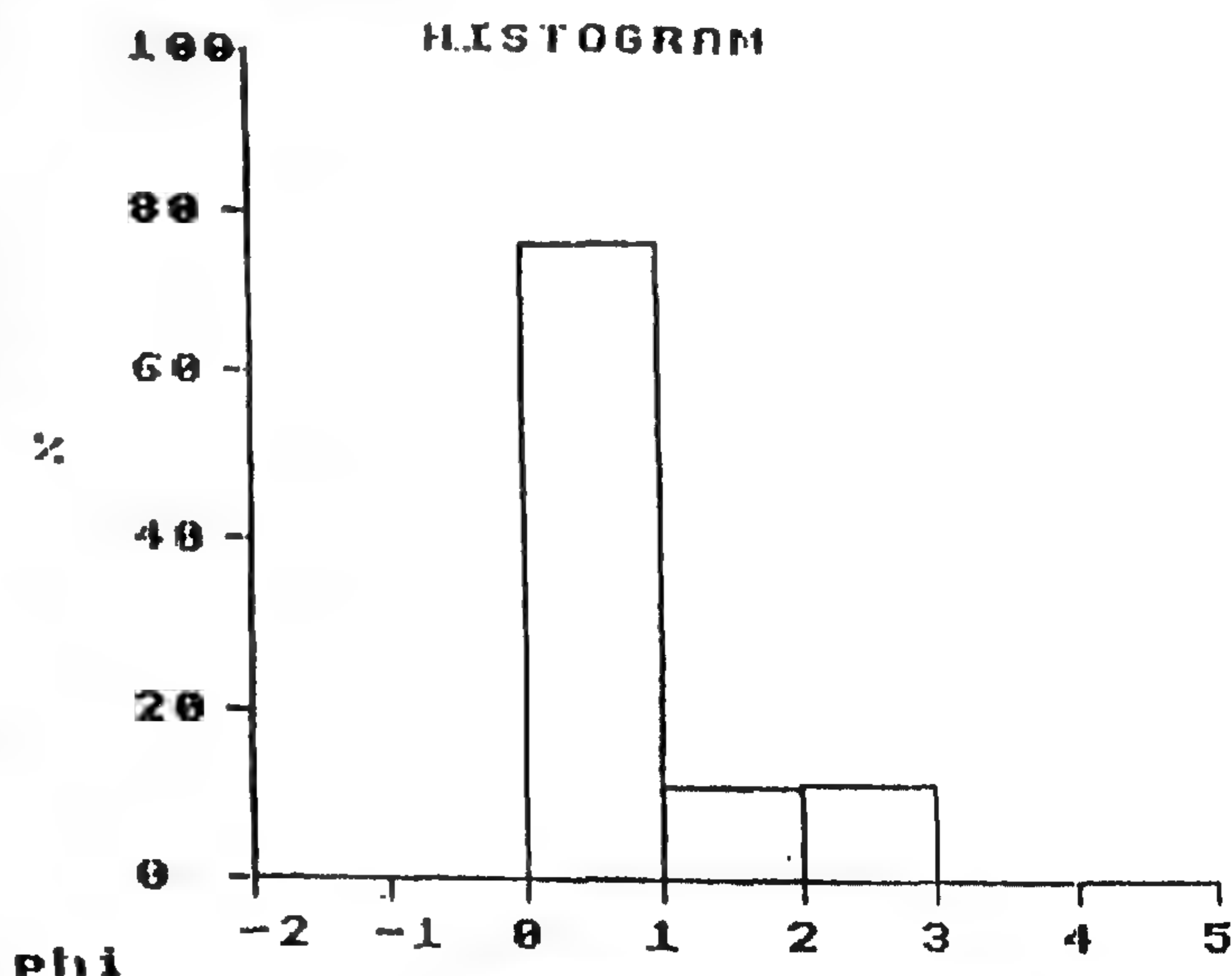


Fig. 6- Particle size histogram of sand dunes sediments from Umm Said (study area)

#### Relation of Dunes Movement in the Tourist Area (Sealine Resort)

The movement of sand dunes in the direction of populated areas is one of the problems facing the construction activities in the locations of moving sands.





**Fig. 4- A landsat image revealing the direction of the current winds responsible for future sedimentation in the area of the study.**

higher than those required by dry sands (Embabi 1985). Rains influence the movement of sand dunes through precipitation in the surface layer.

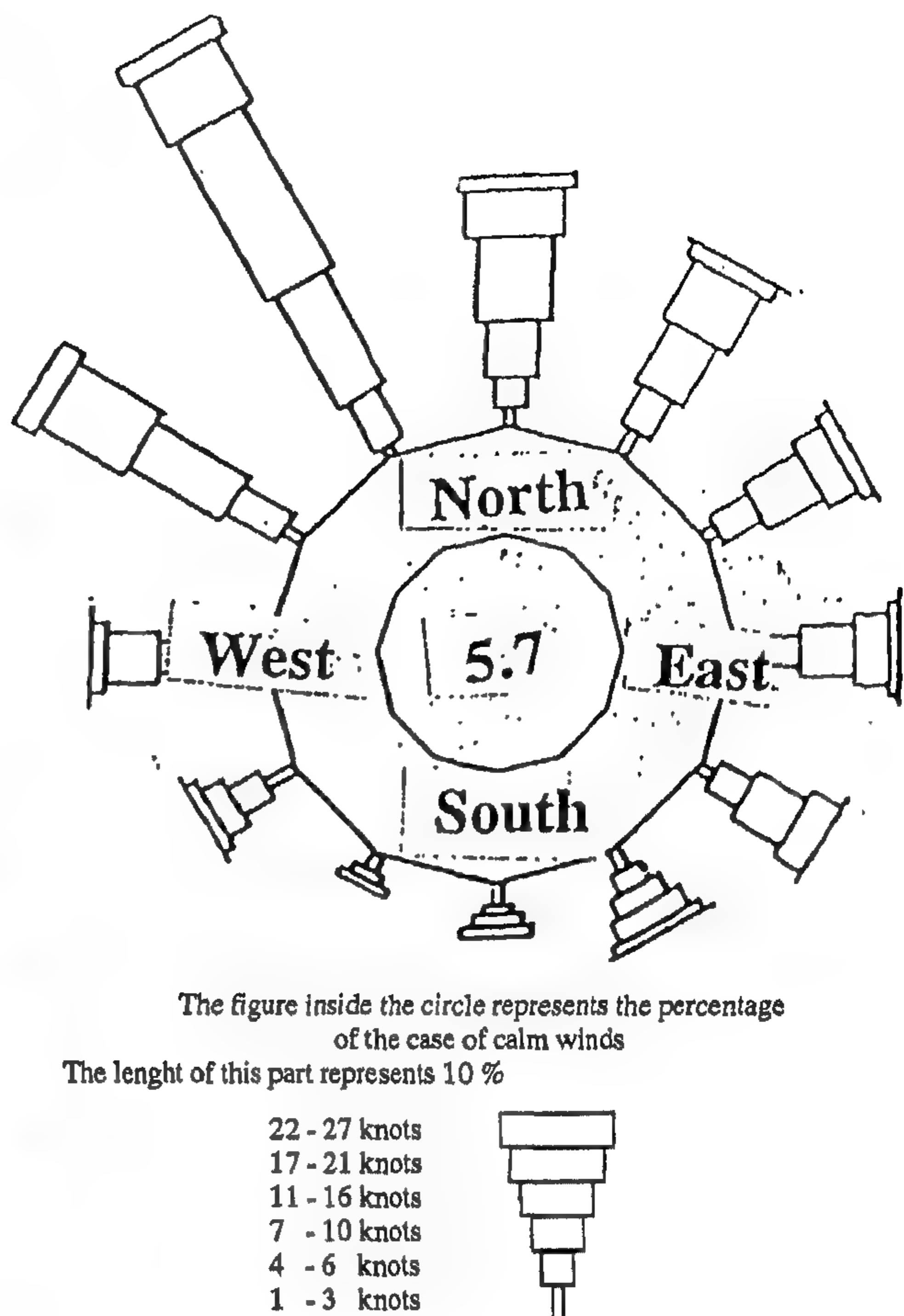
### 3- Local Topography

The Topography in the area of study are characterized as very simple reliefs .This influences the free movement of sand dunes in the area of study , since the existence of any obstacle may stop or minimize its movement .

## COMBAT OF SAND DUNES MOVEMENTS

## Previous Studies

The means of combating sand dunes vary greatly . They include treatment with asphalt , use of bulldozers, green belts, and afforestation. Our analysis will concentrate on green belts and afforestation since they are the best proven means of combating sand dunes in the nearby countries. Green belts assist in stabilizing moving sands and moving sand dunes. They come within the integrated and economic afforestation means. This is completed through the full afforestation



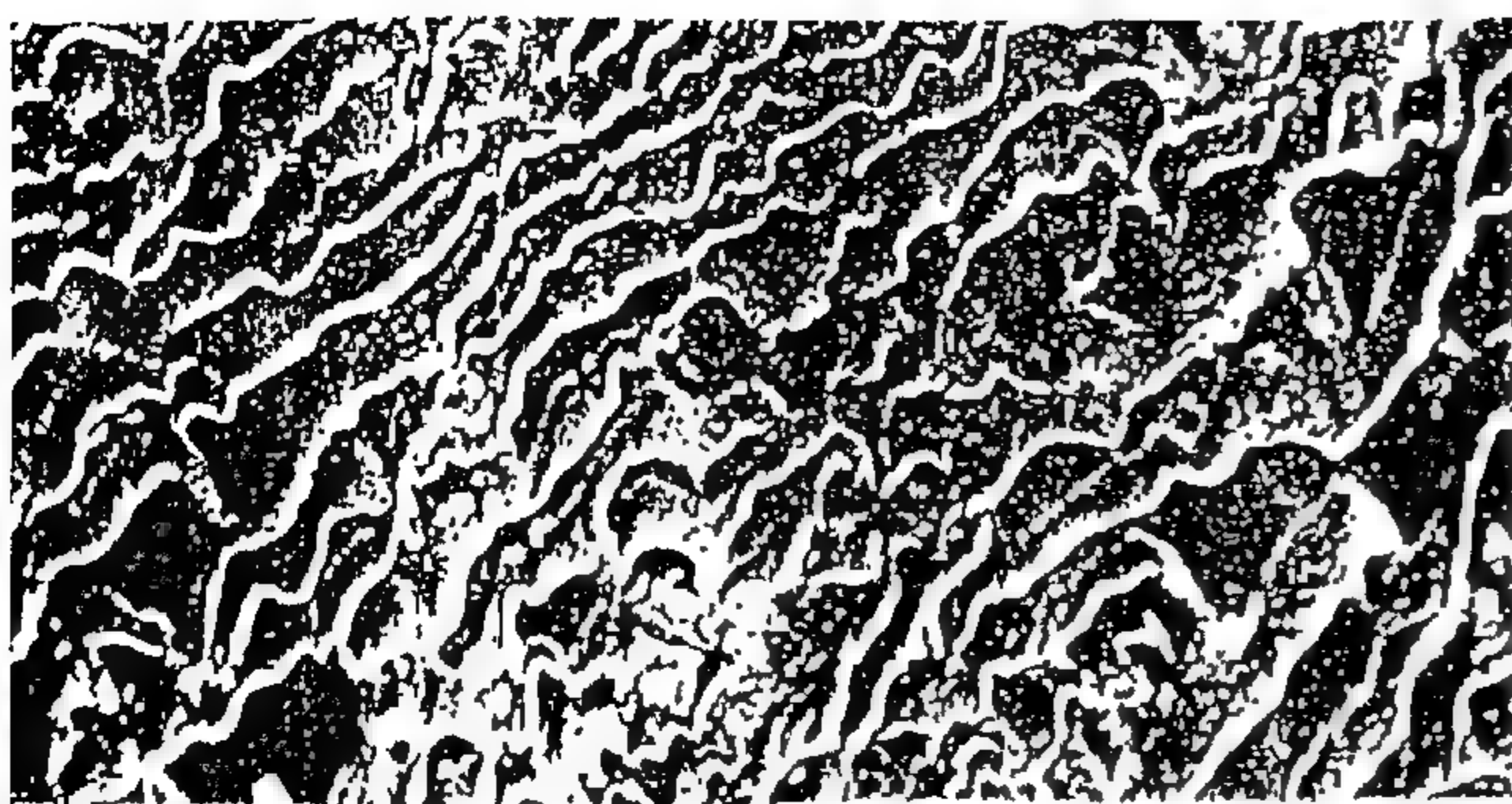
**Fig. 5 Annual wind rose**

of the moving sands areas or through wide or narrow strips of the affected areas or harmed areas . It is vitally important to study a large number of the trees , that are in harmony with each other , and that are best resistant to dryness in order to select the best of them , and to make use of the local heritable sources , There is highly developed technology for these purposes in most Arab countries especially in the Arabian countries . The following are examples of some green belts in the area :

In Kuwait, the farmers were able to stop the movement of sands by planting the trees of al-arfaj, or by using these trees as fences with *Tamarix* spp. (al-tarfa or al-ithil) trees.

In Al-Ahsa , the eastern region of Saudi Arabia , it has been proven that the trees are the best means of stabilizing moving sand dunes. This is due to the availability of water in the surface layer , to the durability of trees , e.g. *Tamarix* spp. (al-ithil) trees . to the dryness of soil and atmosphere and their ability to extend their roots in the soil , and to condense sand granules. Researchers in Al-Ahsa Sand Combating Project recognized the ability of some trees for growing without irrigation , but depending only on winter and





An aerial vertical view of transverse dunes in Al-Khofos sabkha area

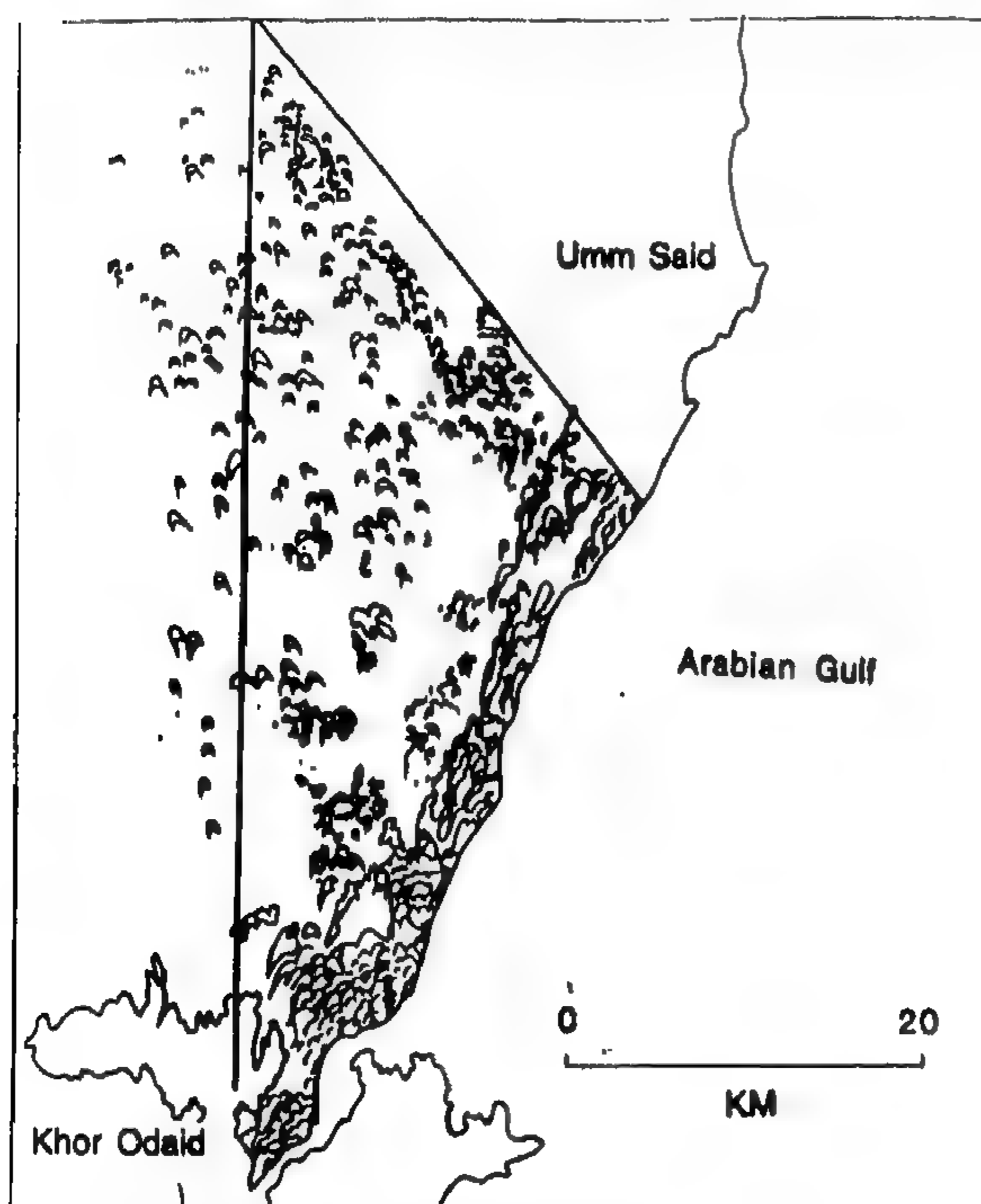


Fig. 3B- Morphological map explaining the major dune sectors in the south east of Qatar.

Source : Al-Sheeb, 1988.

## FEATURES OF SAND DUNES MOVEMENT

In this field, the analysis will concentrate on the rate of movement, where the rate and direction of sand dunes movement were computed in the area of study by using aerial photos of the State of Qatar. These surveys were concluded during 13 years in three different occasions, namely, March 1963 in a scale of 1:80,000, February 1971 in a scale of 1:37,000, and April 1986 in a scale of 1:16,000. The distance which the dunes has crossed in the area of the study had amounted to 105 meters in the directions of the south and south east at an average rate of 8 meters annually. The relative movement rate of the large sand dunes (rate of 7.5 meters / year) amounted to 265 meters with an annual rate of 20.2 meters, while the annual rate of the

small sand dunes amounted to 40 meters. It is worth mentioning that these calculations were recorded in periods of instability, and thus they may not represent the overall movement of the sand dunes. It seems that the small sand dunes decrease more and more in size when they move away from the protection of the large sand dunes. The boundaries of some of these sands were taken in July 1977 and in March 1980 (Fig. 2), where there is a large progress towards the direction of the south eastern coast. Fig. 2 also reveals dissimilarity between the various sand dunes especially the compound ones where some of them progress further than the other ones.

Also most of the sand dunes move with the current wind (northern and north western) in the direction of south, south eastern.

## FACTORS GOVERNING THE MOVEMENT OF SAND DUNES

The movement of sand dunes in the area of study is construed by some factors, namely:

### 1- Influence of the Wind

The aerial photos taken by Landsat indicate that there is a clear lineament pattern in all the rocks of the State of Qatar which reveal completely parallel northern western axis. Mostly, this is the result of wind action. Also it is clear from the analysis of those photos and the field study that the wind action will continue in the area of study and Umm Said Industrial Area as long as the current climatic conditions prevail. The aerial photos also indicate that the features of the sand sheets and sand dunes are highly related to the direction of the current northern winds (north western and south western winds) - Fig 4.

The speed of the wind also varies according to seasons. In winter, the wind becomes slow ranging between 10-20 km/hour. During March-April the speed of the wind amounts to 30-35 km/hours, while the ratio of the winds blowing from other directions especially south eastern and south western directions amount to 20%. The south eastern winds have some influence in transferring sediments along the coasts of the State of Qatar, in addition to the strong influence of the northern and north western winds - Fig. 5.

### 2- Humidity

The humidity influences the movement of sand dunes in two ways: the humidity of the surface over which the sands move, and the rains, since the area of the study includes Umm Said sabkha over which the sand dunes move. This causes the decrease of the transferred sand quantities, since they need speeds



In spite of the fact that there are no previous plans for this area, yet the state has established Sealine Tourist Resort, which was not considered in the light of sand dunes movements.

#### Steps and Means of the Study :

In order to conclude the objective of the study, which was previously prescribed as the movement of sand dunes and their influence on populated areas, the following steps have been taken :

- 1- Recognition of previous studies which are closely related with the study of sand dunes in the State of Qatar.
- 2- Analysis of topographic maps and aerial photographs in different scales (1:200,000, 1:100,000, 1:50,000). These scales cover the areas of sand dunes in the State of Qatar, in order to determine the types of sand dunes in the area of the study.
- 3- Aerial photographs, where Hunting Company for Aerial Survey, has surveyed the State of Qatar by aerial photographs of different scales and dates during the period 1963-1977, in order to locate the movement of sand dunes in the area of the study.
- 4- Satellite photos which are published in the Atlas of Satellite Photos issued by Scientific and Applied Research Center of Qatar University at the scales of 1:1,000,000 and 1:250,000.
- 5- Field studies which include the classification of the photographs that were shot during the field study.

#### RESULTS :

It has been proven from the field study, aerial photos, Landsat photos, and the topographic maps of the State of Qatar that there are two sectors of sand dunes, the most important of which are ( Figs 3A and 3B ) :

- a - The sectors of crescent sand dunes which are all existent in the southern part of the Qatari peninsula the largest of those sectors is the eastern sector (60 Km) which ends along the southern coast. In this sector there are hundreds of simple, complicated, and complex crescent sand dunes, which are intensified and transferred at the end of the sector into Umm Said sabkha area. The heights of those dunes range between one meter and forty meters, and their widths between tens and hundred meters. The sand dunes are consisting mainly of silica sands and calcite remains. All the crescent dunes move under the influence of the north wind (north, north western) at the direction of the Arabian Gulf at a rate ranging between few meters to 20 meters annually. When

they arrive to the Gulf coast, they are gradually overridden by the sea waves. Locally, the sand dunes are known as "Naqian", and have other names in different locations such as "Naqian Abu-Qubatain", "Naqian Al-Bagala", and "Naqian Al-Afja".

- b- Transverse dunes : They are parallel and consecutive waves extending for different distances. They result from the crescent shapes when the quantity of the deposited sands increases locally due to the decrease of their movement rate, because of the humidity resulting from their existence over the sabkha's surfaces in the southern half of Qatar peninsula. This is best represented in Al-khofos sabkha in the west and south of Khor - al - Odaid.
- c - The sand sheets coverage which covers completely the surface of the earth in different locations with a thickness of 50 cm without the formation of characteristic shapes over the surfaces exists in two main areas. The first area is north east of the peninsula especially in the area located south of Ras Laffan Khor Al-Zakhira which has abundant white calcite materials. The second area is located in the area of Dukhan mountains, and sometimes in between the sand dunes. These aerial sand formations cover from 10% to 15% of the total area of Qatar.



Fig. 3A- An aerial vertical view of the eastern sand dune sector which is characterized by crescent and elongated dunes



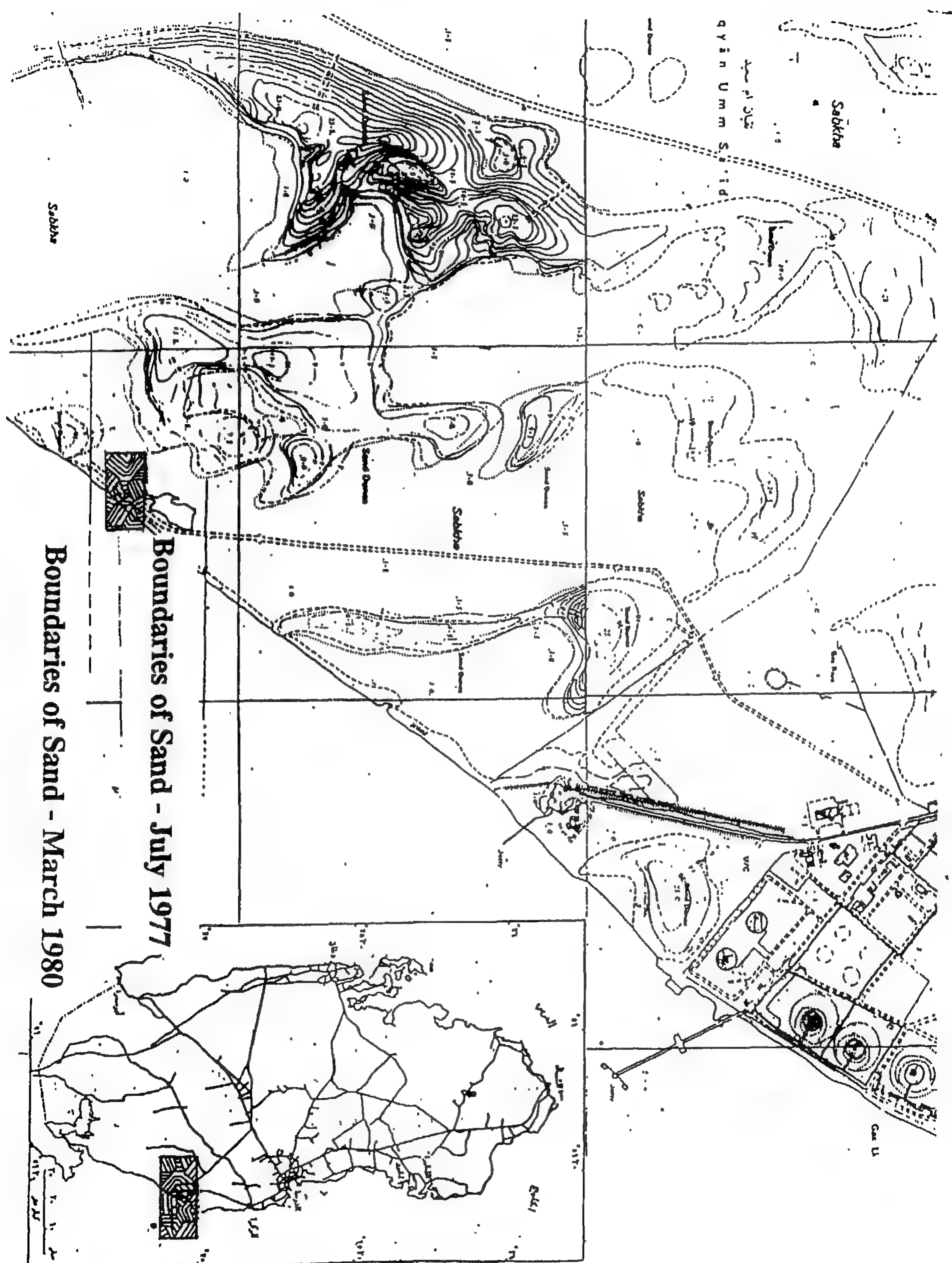


Fig. 2- Area of the study

Sand dunes have their influence on human life due to the problems they cause to the construction and building activities .

In its incessant movement , Sand dunes block some of the roads leading to the populated areas on the Qatari coast such as Doha and Wakra , and to the populated areas in the southern part of the State . At the edges of the eastern area ( the area of the study ) , there is the largest industrial area in Qatar known as Umm Said Industrial Area . This area may be threatened by sand dunes movement whenever a change in the angle of attack of the wind is witnessed .

### PREVIOUS STUDIES

The following are the most important studies which have dealt with the subject of sand dunes in the State of Qatar :

\* The book titled "**Sand Dunes in the Peninsula of Qatar**" written by **Nabil Embabi and Mahmoud Ashor** (1985) consists of two parts : the first part covers the sizes and types of sand dunes. Many forms of sand dunes have been recognized including simple, complicated , elongated, and widened crescent sand dunes . This part also provides analysis of angle of regression and forms of the edges . The second part deals with the natural features of the sand dunes such as the size , roundness , analysis of heavy metals , geo- chemical analysis , the internal structure of the sand dunes , their movement , and the factors governing such movement .

\* The book titled "**Aspects of Qatar Geography**" written by **Salah Behiri and Madiouf Al-Farra** deals with forms of sand dunes which include individual crescent dunes, complicated longitudinal dunes , sand and aeolianite dunes. These are relic " fossil " dunes composed of cemented sand termed aeolianite .

\* The book written by **Mohammed Ziab** treats the sand dunes as a characteristic feature in the southern sector of Qatar , and classifies them as crescent , elongated , and sand sheets .

\* The Master's thesis of "**Mohammed Hassan Al-Jabir**" on the "Human Geography of the State of Qatar", unpublished, deals briefly with sand dunes and their important types: crescent and elongated dunes.

\* The book of **Cavelier** titled "**Geological Description**" deals with sand winds as a form of deposition .

\* The book of **Ali Ibrahim Al-Sheeb** titled "**Coastal Geomorphology of Peninsula of Qatar**", unpublished Ph. D. dissertation , tackles the aeolian

features in the State of Qatar , their movements , sizes, movement-determining factors, and the mechanical and chemical analysis of the sediments by the electronic scanner known as SEM .

\* The book of **Ahmed Abdel Salam Ali** , a published Master's thesis , deals with sand dunes as one of the characteristic sediments in the State of Qatar, which consists of crescent , elongated dunes , and sand sheets .

### OBJECTIVES OF THE STUDY

The study aims at the following :

- 1- The implementation of a national program through the drawing of necessary maps for the movement of sand dunes over the populated areas , monitoring of desertification , and stabilization and afforestation of sand dunes in certain locations threatened by desertification in the State of Qatar , especially in the populated areas .
- 2- Exchange of information pertaining to sand dunes , their stabilization and anti-desertification afforestation between the State of Qatar and those countries having experience in afforestation and stabilization of sand dunes .
- 3- Increasing the awareness of the citizens in all topics of sand movement , desertification problems , utilization of modern techniques for stabilization of sand dunes, and minimization of desertification .
- 4- Conduction of a short and long scale study for the drawing of maps of sand dunes and the activities of stabilization and afforestation .
- 5- Full utilization of previous experiences in stabilization and afforestation fields .
- 6- Training of national cadres in the fields of desertification and stabilization of sand dunes and afforestation

### METHODOLOGY OF THE STUDY

#### Area of the Study :

The area of the study is located in the south eastern part of the state of Qatar, and south of Umm Said Industrial Area. The area is characterized by crescent sand dunes which are intersected with sea water, where sand dunes move due to the constant northern winds. This area is covered by the Eocene Age rocks which exceed no more than five meters from sea level. Tidal surfaces and sabkha separate sand dunes from the sea - Fig (2) .



## SAND MOVEMENT IN THE STATE OF QATAR AND ITS EFFECTS ON THE URBAN SETTLEMENTS

By  
Dr. Ali Ibrahim Al- Sheeb\*

### ABSTRACT

The study tackles the problems of sand movement in the State of Qatar, especially in the southern and south eastern sectors where most sand dunes exist. The study also deals with the types of sand dunes: the crescent -type and the elongated ones. The largest of those sectors is the eastern sector which extends over 60 Km till the southern coast, and which is consisted of hundred of crescent, simple, complex, and complicated dunes. The heights of those dunes range between 1 - 45 m. The study further explains the field study and the aerial photographs for the years 1973 - 1976, topographic maps, and the monitoring of sand dunes movement by Landsat satellite. The field study concentrates on the first tourist project in the area, which is known as Sealine Tourist Resort, and which is highly influenced by sand movement, together with road leading to the Project. To combat this problem, we have sought the assistance of other Gulf studies which propose anti-wind shields and green belts around the area. The study concludes by suggesting some recommendations for the combat of local and regional desertification.

### INTRODUCTION

The State of Qatar is characterized by its unique location halfway the Arabian Gulf, between latitudes  $24^{\circ} 27'$  and  $24^{\circ} 10'$  North, and the longitudes  $50^{\circ} 45'$  and  $51^{\circ} 40'$  East. This location characterizes Qatar by a semi-stable climate with many features which may be summarized in the following four seasons ( Fig . 1 ) :

- 1- Winter season between December and February, where the temperature ranges between  $15-17^{\circ}$ .
- 2- Summer season between May and September, where the temperature ranges  $30-31^{\circ}$ .
- 3- Autumn season between October and November, where the temperature ranges between  $22-27^{\circ}$ .
- 4- Spring season between March and April, where the temperature ranges between  $20-25^{\circ}$ .

These four seasons and their climatic features, such as temperature, average rainfall and other factors classify Qatar's climate as a desert climate. Sand dunes represent one of the major forms of this climate resulting from the winds. Sand dunes in the Qatari peninsula cover an area amounting to  $1500 \text{ Km}^2$ , i.e. . more than 15% of the total area of the State. Most of those sand dunes are formed in sectors such as the eastern sector which extends along the Arabian Gulf coast in the area between the industrial area in Umm Said and Khor-al - Odaid, and the other western and southern sectors.

\* Department of Geography, Faculty of Humanities and Social studies, University of Qatar.

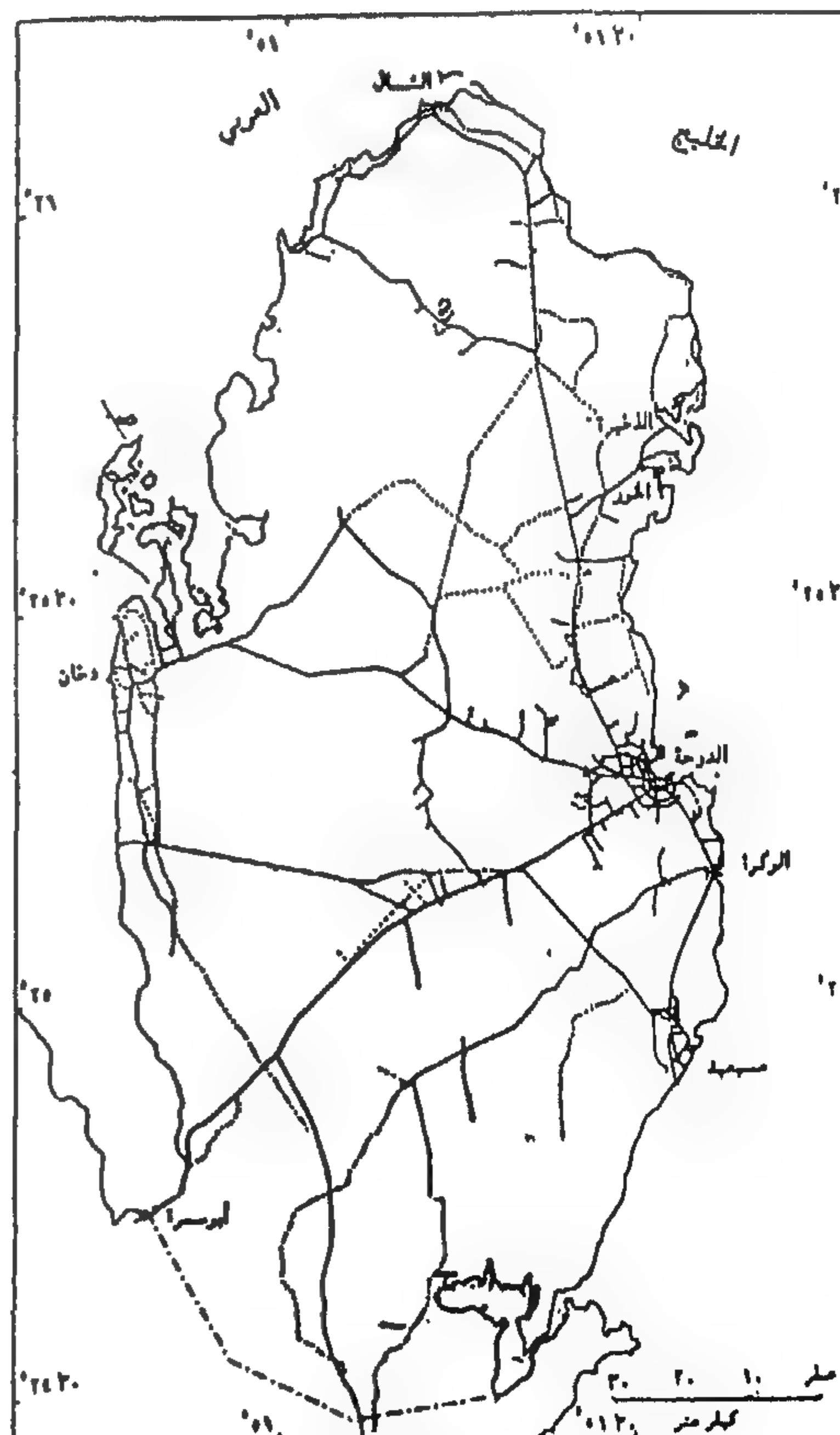


Fig. 1- Qatar Peninsula : location

## REFERENCES

- 1- G.H. Sedahmed , I.A.S Mansour , O.A Fadali ,M.M . Nassar, and M . M . El-shayeb , "Applied Electrochemistry " , 17,583 , (1987) .
- 2- A . K Biswas and W . G . Darenpart , *Extractive Metallurgy of Copper* , Pergamon Press , New York (1979) .
- 3- F . Bravo de Nahui and A . A Wragg , 36th ISE Meeting , Salamanca, Spain, Sept ,23 , (1985) .
- 4- K . Kubo . A . Mhshina , T. Aratani, and T-Yano , *Chem , Eng . Japan* 12 , 495 , (1979) .
- 5 - G . H . Sedahmed and M . A . Fawzy . *Bulletin of Electrochem* , 1 , 281 (1985) .
- 6 - U . R . Evans , " *Metals and Metallic Compounds*", Edwaed Arnold , London Vol 4 , (1923) .
- 7 - P . H . Strickland and F . Lawson , *Proc , Aust. Inst , Min. Met* 25 , 236 (1970) .
- 8 - P . H . Strickland and F . Lawson , *Proc , Aust. Inst , Min. Met* 1 , 246 (1973) .
- 9 - P . K . Sahoo and K . S Roa , *Hydrometallurgy* 8 . 223 (1982) .
- 10 - J . D . Miller and L . W Beckstead ; *Met , Trans .* 4,8,1967 (1973) .
- 11- A . K . Biswas and J , G. Reid *Proc , Aust , Inst . Min Met* , 37,242(1972) .
- 12 - O . A . Fadali and M . M . A . El-Shayeb , *Bulletin of Electrochemisrty* , 2 , (1986) .



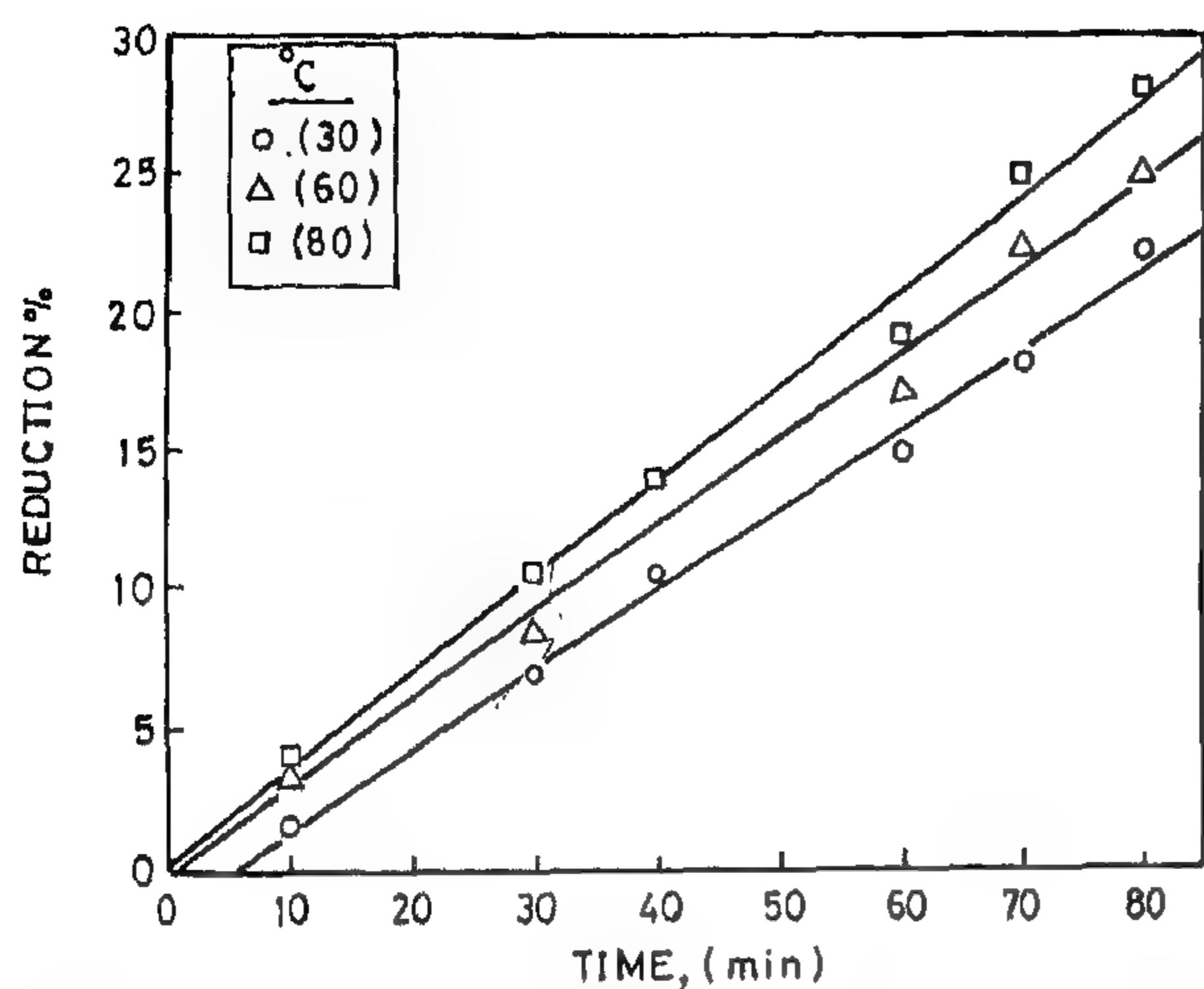


Fig. 4- Effect of time on % reduction of  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution at different temperatures, 50 r. p. m.

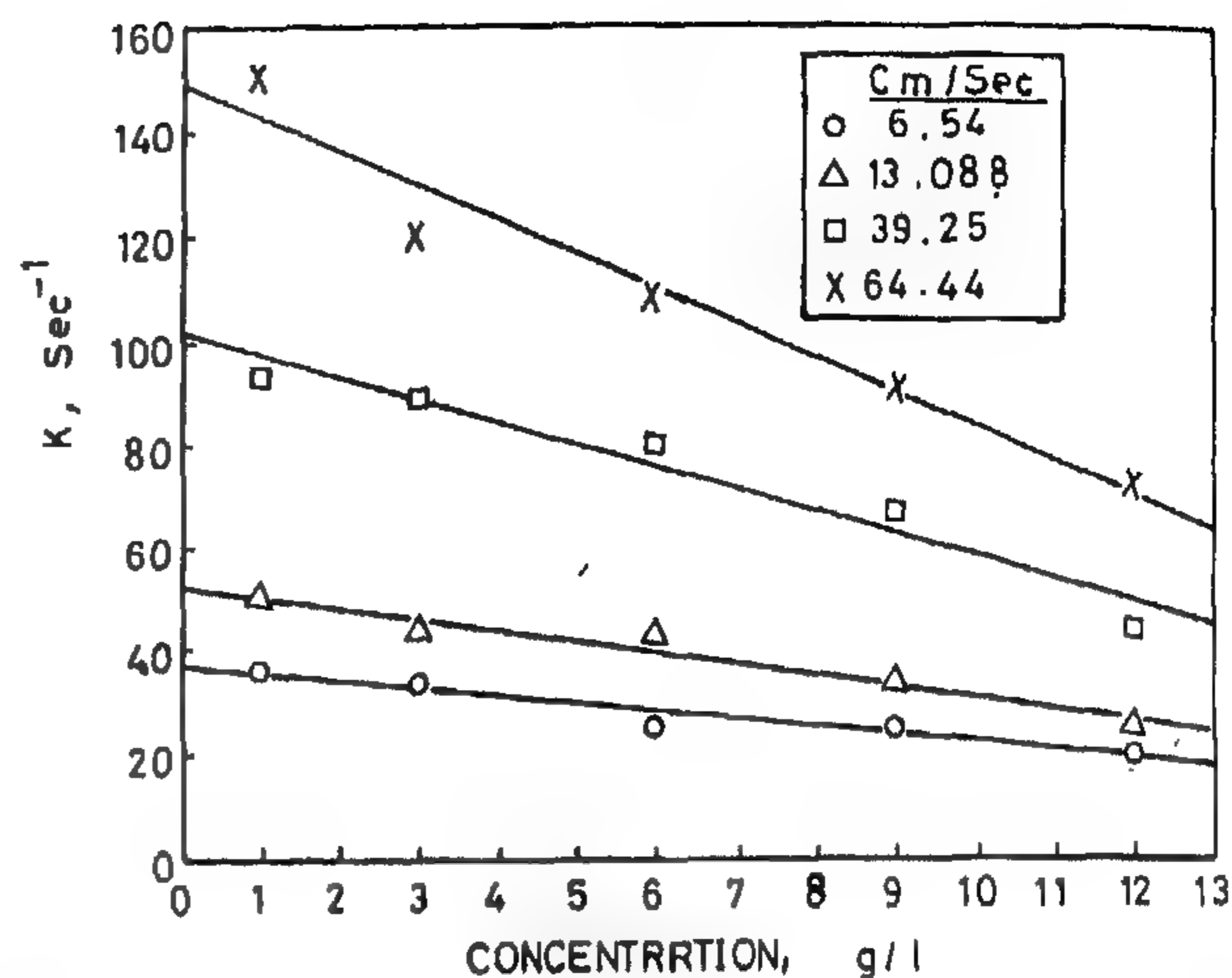


Fig. 6- Effect of  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  conc. on the mass transfer coefficient at different velocities

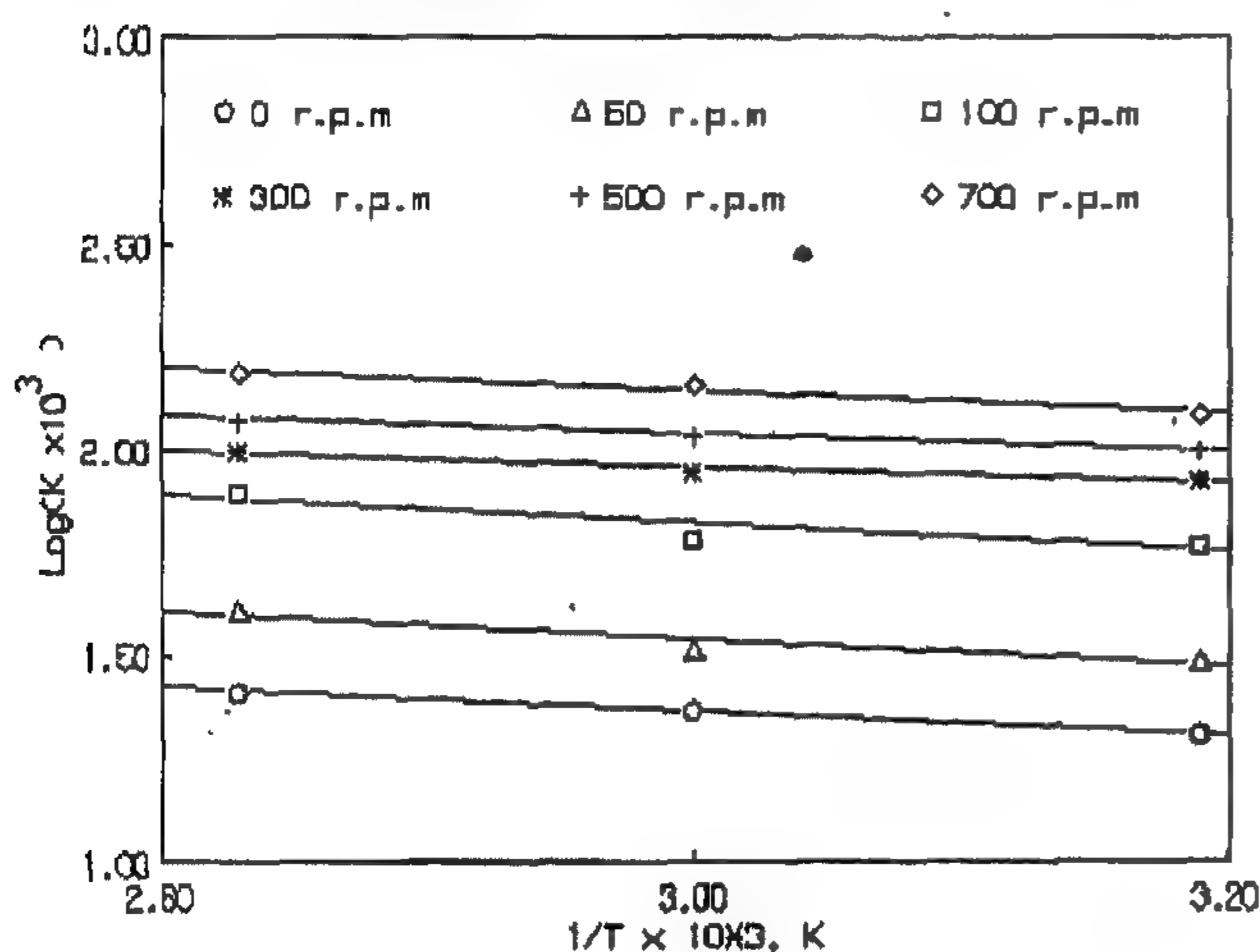


Fig. 5- Log K vs  $1/T$  for  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution at different r. p. m.

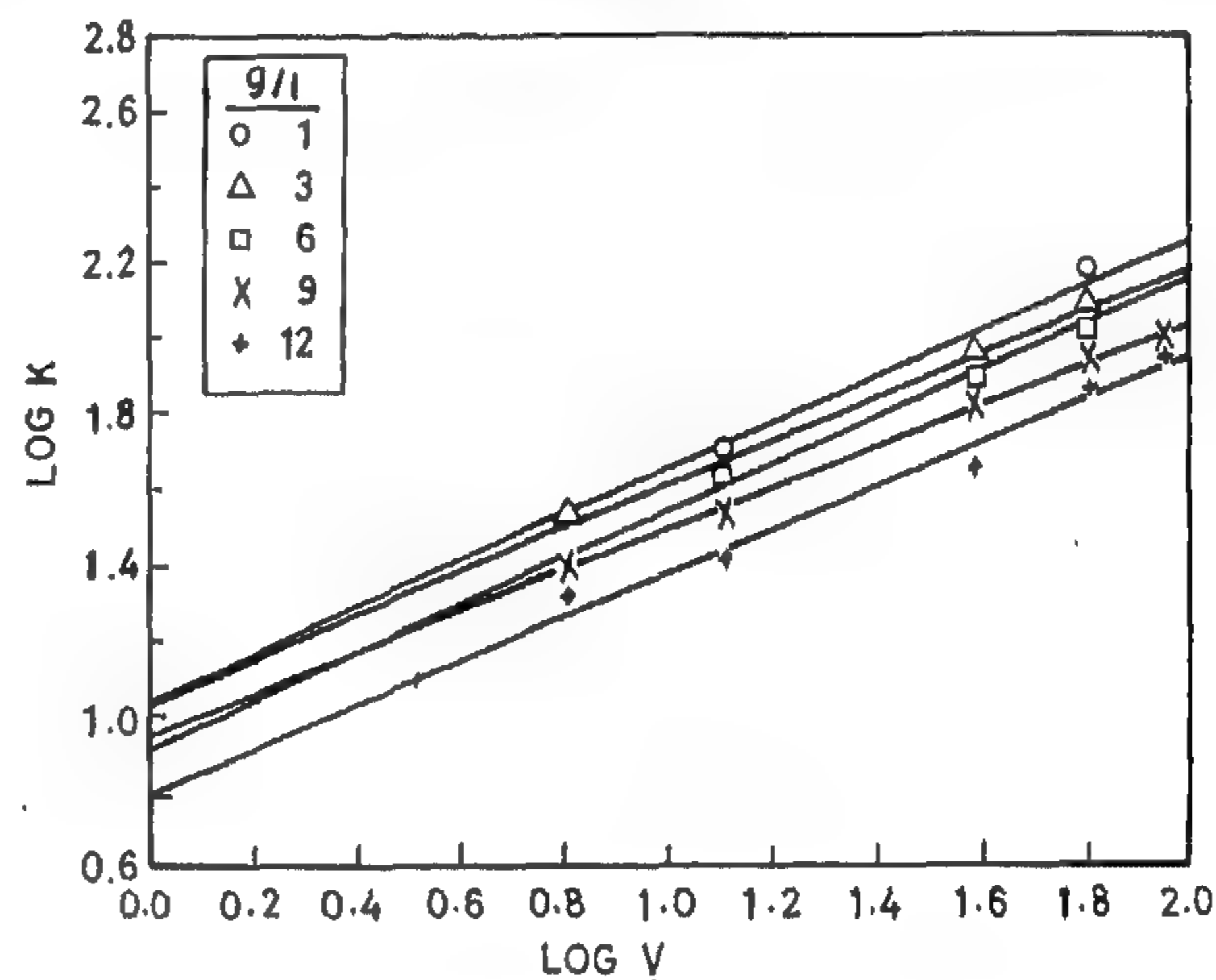


Fig. 7- Log K VS Log V at different  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  conc.

## CONCLUSION

Cementation reaction can be used to remove  $\text{Cu}^{++}$  ions from industrial effluents using rotating zinc cylinder. The higher r.p.m of 700 for the cylinder was found to give a high percent of reduction for all concentrations studied. The development of surface

roughness on the rotating zinc cylinder during copper deposition promotes the degree of turbulence and enhance the rate of mass transfer and consequently increases the rate of  $\text{Cu}^{++}$  removal. The increase in temperature was found to increase the rate of cementation. Activation energy was calculated.

which upon integration gives

$$V \ln \frac{C_0}{C} = KAt \quad (2)$$

where  $V$  is the volume of the solution containing copper ions,  $C_0$  is the initial concentration of copper ions and  $C$  its concentration after time  $t$ ,  $K$  and  $A$  are the mass transfer coefficient and surface area of zinc cylinder respectively.

The mass transfer coefficient ( $K$ ) for the cementation reaction was determined by a graphical method from the slope of  $\ln C_0/C$  versus time curves are shown in Figure (3).

The effect of temperature on % reduction of copper sulphate solution is indicated in Figure (4), the rate of  $\text{Cu}^{++}$  removal increases as the temperature increases i.e. temperature of  $80^\circ\text{C}$  gives more reduction in  $\text{Cu}^{++}$  than  $60^\circ\text{C}$  and  $30^\circ\text{C}$ . This result agrees with that obtained by Biswas and Reid, (11) for the cementation of Cu on Fe, they concluded that the rate of cementation increased by increase in temperature.

The activation energy for cementation reaction between zinc metal and copper sulphate solution was obtained from Arrhenius equation:

$$K = A e^{-E/RT} \quad (3)$$

by plotting  $\log K$  against  $\frac{1}{T}$  (Fig. (5)) a straight

line was obtained with a slope equal  $-E/R$ , where  $R$  is the gas constant ( $1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ). The activation energy was calculated and tabulated in table (1) at different r.p.m. The value obtained for activation energy in the present study was found to be in the range of 0.9-1.26 K, cal/mol.

Table 1- The energy of activation at different r.p.m

r. p. m	0	50	100	300	500	700
E K. cal / mol	1.3	1.5	1.6	.9	1	1.3

The effect of copper sulphate concentration on the mass transfer coefficient at different peripheral cylinder velocity is shown in Figure (6). The mass transfer coefficient was found to decrease as the concentration of copper sulphate increases. This result was obtained by Fadali and El-Shayeb (12) and was attributed to the increase in solution viscosity and the corresponding decrease in the diffusion coefficient of copper sulphate.

A correlation was obtained when  $\log K$  is plotted against  $\log V$  at different copper sulphate concentrations, straight lines were obtained which have the same slope Figure (7) The correlation is in the

form  $K = aV^{0.66}$

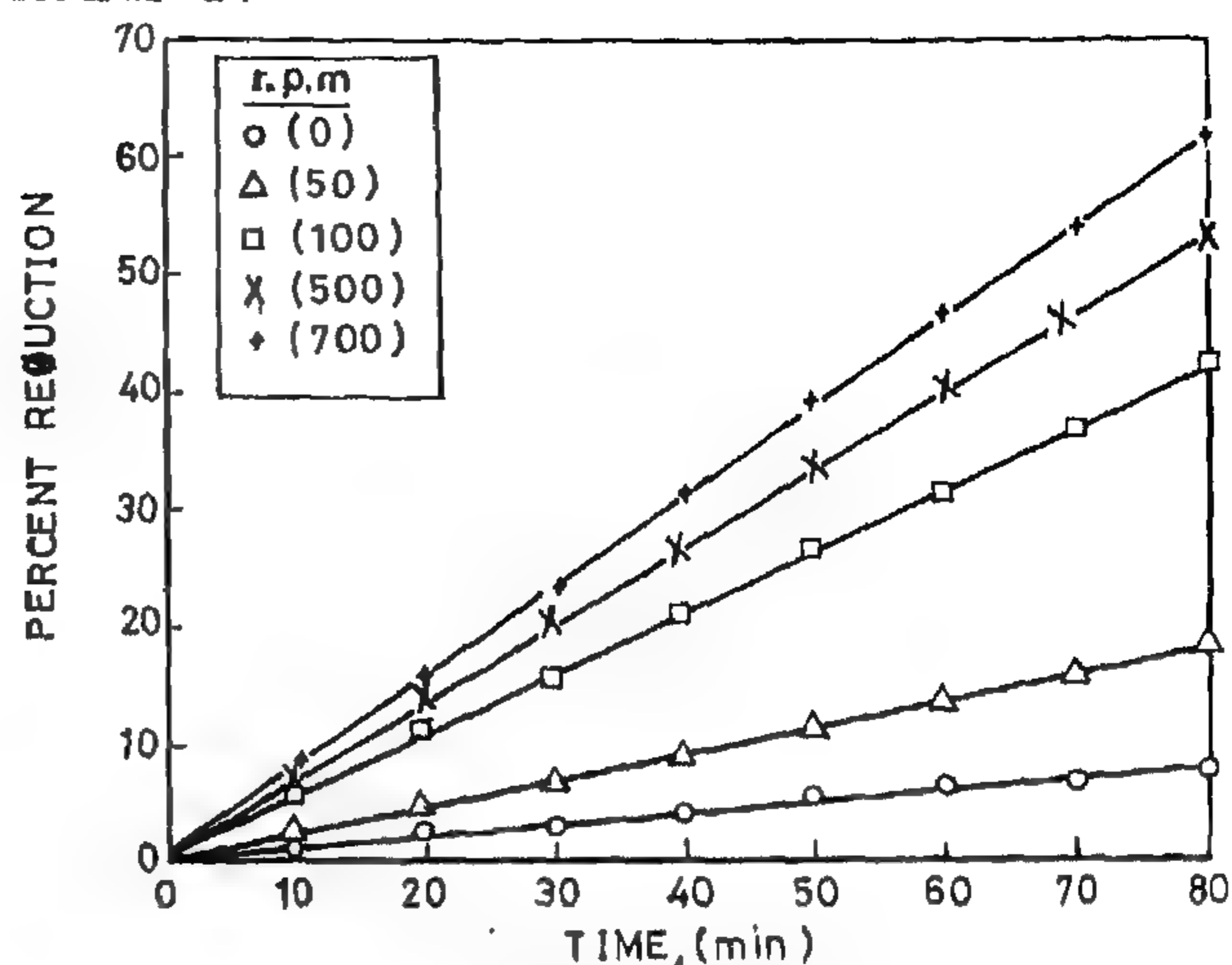


Fig. 1- Effect of time on % reduction for  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution at different r.p.m

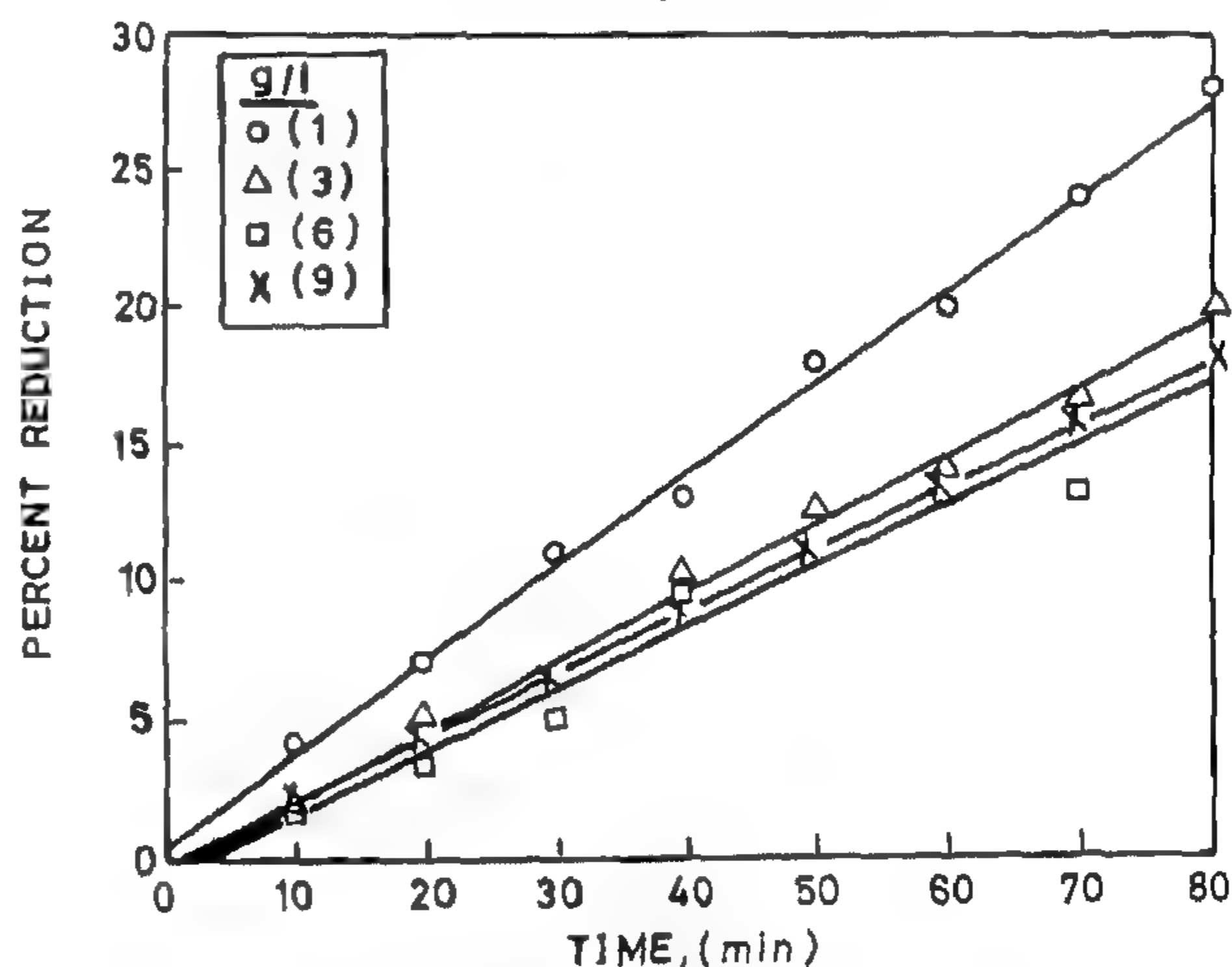


Fig. 2- Effect of time on % reduction for  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution at different concentrations

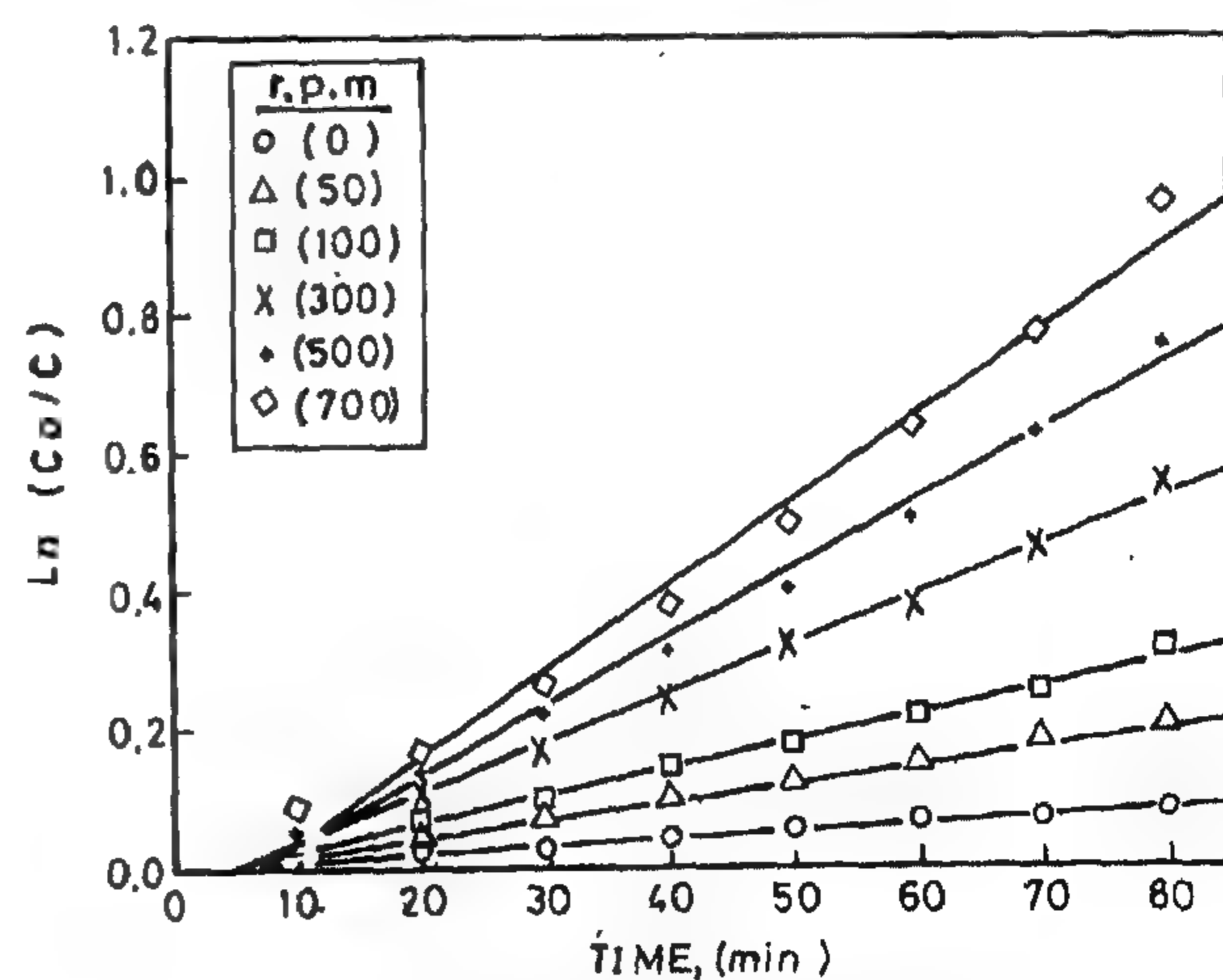


Fig. 3- Typical  $\ln(C_0/C)$  Vs time for  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution at different r. p. m.



## APPLICATION OF ZINC FOR POLLUTION CONTROL

By

Asma A. El- Sattar and M.M. El Shayeb \*

### ABSTRACT

Study was made for the factors affecting the rate of  $\text{Cu}^{++}$  removal from aqueous solution of copper sulphate by cementation on a rotating zinc cylinder. Variables studied were time of cementation, copper sulphate concentration, r.p.m., and temperature. The importance of this study lies in treating industrial waste water containing  $\text{Cu}^{++}$  as pollutant. It was found that increasing time of cementation, temperature, and r.p.m. increase the rate of mass transfer while the increase of copper sulphate concentration decreases the rate of mass transfer.

### INTRODUCTION

The cementation reaction between  $\text{Cu}^{++}$  and zinc metal is known to be diffusion-controlled reaction (1-5). In mechanistic studies of cementation reactions, it has been common practice to use rotating cylinder of the reacting metal because rotating cylinders can induce a high degree of turbulence and consequently high rates of mass transfer. Techniques of using rotating cylinders have received increased importance in conducting diffusion controlled reactions involving dilute solutions (6-8) such as, in removing toxic and precious metals from industrial waste solution by electrodeposition in the form of metal powder, or by cementation on less noble metals. Such processes are used mainly for the extraction of copper from tailing and residues (9). Some work has been done on the factors affecting the rate of cementation such as geometry of less noble surface, concentration of metal ions and stirring. The objective of the present work is to study the effect of temperature on the rate of cementation, and to obtain the energy of activation.

### EXPERIMENTAL

The apparatus consists of a rotating zinc cylinder in one litre glass container containing 600  $\text{cm}^3$  copper sulphate solution. The cylinder has a diameter of 1.9cm and a length of 8 cm and made of 99.9% pure zinc (product of merck). The cylinder was connected to the shaft of a variable speed motor through a plastic holder. The motor was held firmly to avoid vibration. Rotational speeds of the cylinder ranged from 0 to 700 r.p.m. and were controlled by a variac and measured by an optical tachometer.

Five concentrations of copper sulphate were used in the present study, these concentrations are: 1, 3, 6, 9 and 12 g/l; all solutions were prepared from A.R grade chemicals dissolved in distilled water. The rate of

cementation was followed by analysing the residual copper sulphate at 10 min intervals using atomic absorption spectrophotometry. Each experiment was carried out using a fresh solution and a clean zinc cylinder. The effect of temperature was studied by varying it from 20-80°C.

### RESULTS AND DISCUSSIONS

The percent reduction in  $\text{CuSO}_4$  concentration by cementation over a rotating zinc cylinder was studied for five concentrations (1, 3, 6, 9, and 12 g/l) and at five r.p.m (0.50, 100, 300, 500 and 700 r.p.m).

Figure (1) shows a typical result for the effect of time on the percent reduction of  $\text{CuSO}_4$  concentration at different r.p.m. From this figure the percent reduction of  $\text{CuSO}_4$  concentration was found to increase with increasing of time and cylinder speed. As the cementation reaction rate is controlled by boundary layer diffusion process (10) the decrease in diffusion layer thickness around the zinc cylinder is more enhanced by the increase in cylinder rotation and consequently decrease in the rate of mass transfer resistance. This finding is in agreement with previous studies which concluded that cementation is a diffusion controlled reaction (7).

The effect of time on the percent reduction of copper sulphate at constant r.p.m. of 50, is indicated in Fig. (2). As expected by increasing copper sulphate concentration, the rate of copper sulphate removal from solution is decreased.

Since cementation reaction is a diffusion controlled reaction (1-5) therefore its rate in a batch reactor can be expressed by the following equation:

$$-V \frac{dc}{dt} = KAC \quad (1)$$

\* Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering, Minia University, Minia, Egypt.

example),  $ynr$  should be 111 in order to force the rightmost XOR to invert  $d1$ . Consider the following situation: A fault occurs at  $y$ . Consequently,  $ynr=011$  instead of 111,  $t$  becomes 0 and  $d1=D1$ . In other words, the incorrect data  $d1$  is NOT corrected and corrupted data is sent to the rest of the system.

#### 4. SEC CIRCUIT WITH MODIFIED PCM

In this Section, the PCM is changed as shown in Figure 4.

$$\begin{array}{c}
 c1c2c3d1d2d3 \\
 \left[ \begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1
 \end{array} \right]
 \end{array}$$

Fig. 4- Modified PCM

Consequently, the bit slice for  $d1$  will be represented by the circuit in Figure 5. If the data is correct,  $ynk = 011$ ,  $t = 0$  and  $d1 = D1$ . As in the previous circuit, a fault at  $v$  will produce an error if  $D1 = 1$ . Next, consider a fault at  $x$ , for example. If  $x$  is 1, this fault will produce an error at  $x$  and consequently an error at  $y$ . If  $y$  becomes a 1,  $ynk = 111$ ,  $t = 1$  and  $D1 = d1'$ ; in other words, the correct data is "incorrectly" corrected. This is different from the behavior of the SEC circuit in Section 3.

If the data is incorrect,  $ynk$  should be 111. Consider again a fault at  $x$ . If  $d1$  is incorrect,  $ynr$  should be 100. If  $x$  is 1, a fault at  $x$  will force  $ynr$  to 000. This will deactivate the AND gate,  $t = 0$  and  $d1 = D1$ . The erroneous  $d1$  is produced at the output and data corruption follows. This is the same as the behavior of the SEC circuit in Section 3.

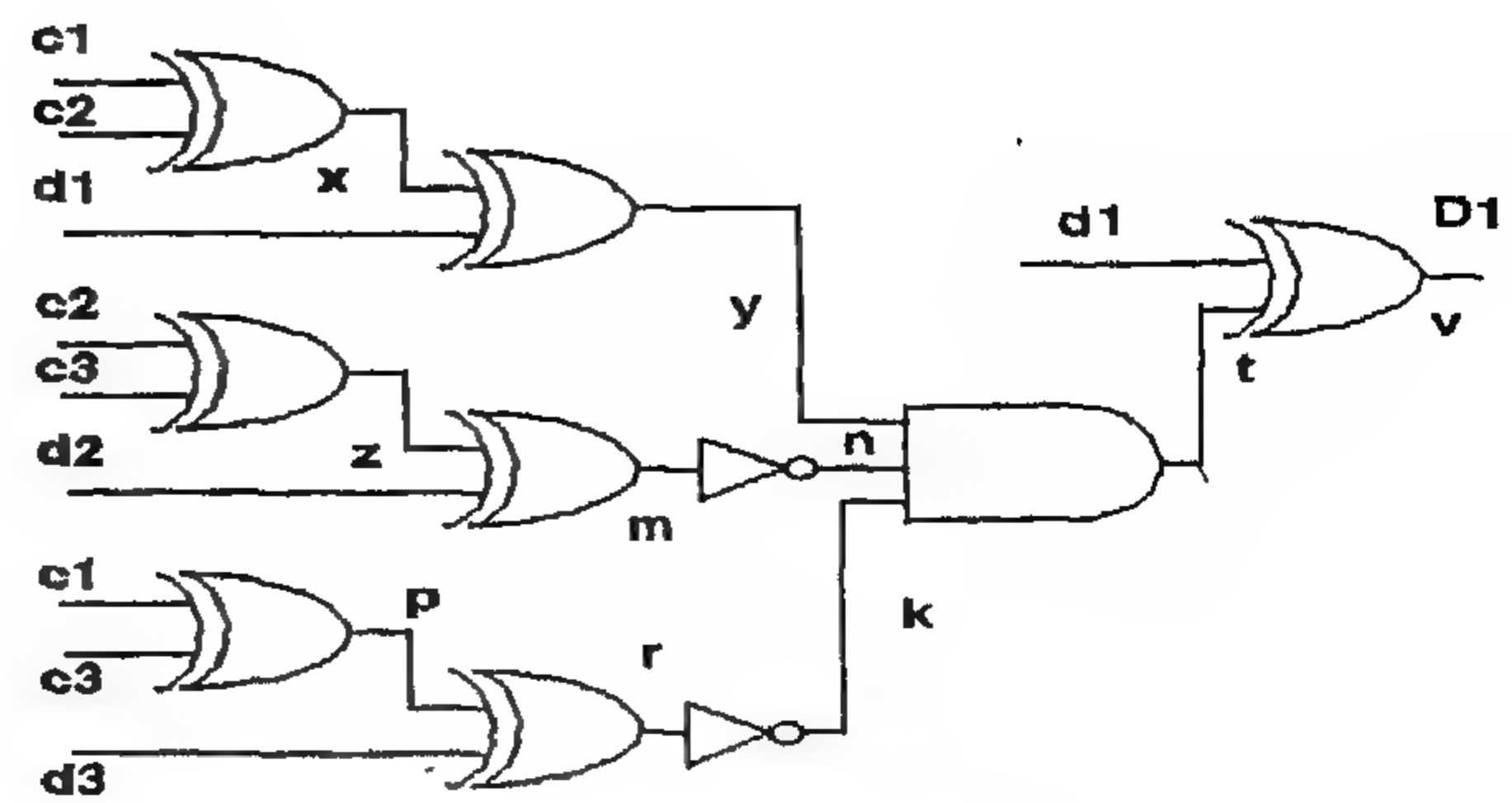


Fig. 5- Modified bit slice

#### 5. SUMMARY AND CONCLUSION

The behavior of two Single-Error-Correcting (SEC) circuits was analyzed in the presence of a single unidirectional  $1 \rightarrow 0$  fault. The difference between the two circuits is the Parity Check Matrix (PCM). It was found that both circuits may not correct an incorrect message bit. The unidirectional fault will cause the SEC circuit to produce the erroneous bit at its output without correcting it.

However, in case the message is correct, one circuit has a higher tolerance to single unidirectional faults than the other one. Only a fault at the output of the rightmost XOR gate may produce incorrect data. In contrast, the other circuit may produce the inverse of the message bit for two fault locations, the rightmost XOR gate as in the first circuit and the output of one of the parity generators.

In conclusion, the PCM can increase the tolerance of the SEC circuit to single unidirectional  $1 \rightarrow 0$  faults. This tolerance will increase the reliability of the entire system.

#### REFERENCES

1. Johnson, B. W., "Design and Analysis of Fault-Tolerant Digital Systems", Addison-Wesley, Menlo Park, California, 1989.
2. Siewiorek, D.P., and Swarz, R.S., "The Theory and Practice of Reliable System Design", Digital Press, 1982.
3. McCluskey, E. J., "Logic Design Principles with Emphasis on Testable Semicustom Circuits", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.
4. Amer, H. H., and Shehata, K. A., "Effect of Gate Oxide Shorts on the Behavior of CMOS NOR Gates", Journal of Engineering and Applied Science, Faculty of Engineering, Cairo University, Vol 40, No. 4, August 1993.
5. Hao, H. and McCluskey, E. J., "Resistive Shorts within CMOS Gates", Proc. International Test Conf., 1991.
6. Wakerly, J., "Error Detecting Codes, Self-Checking Circuits and Applications", North Holland, 1978.



$$\begin{array}{c}
 d_1 d_2 d_3 c_1 c_2 c_3 \\
 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Fig. 1- Parity Check Matrix

For a non codeword message with one error, the syndrome will be identical to the column vector of  $H$  that represents the erroneous bit.

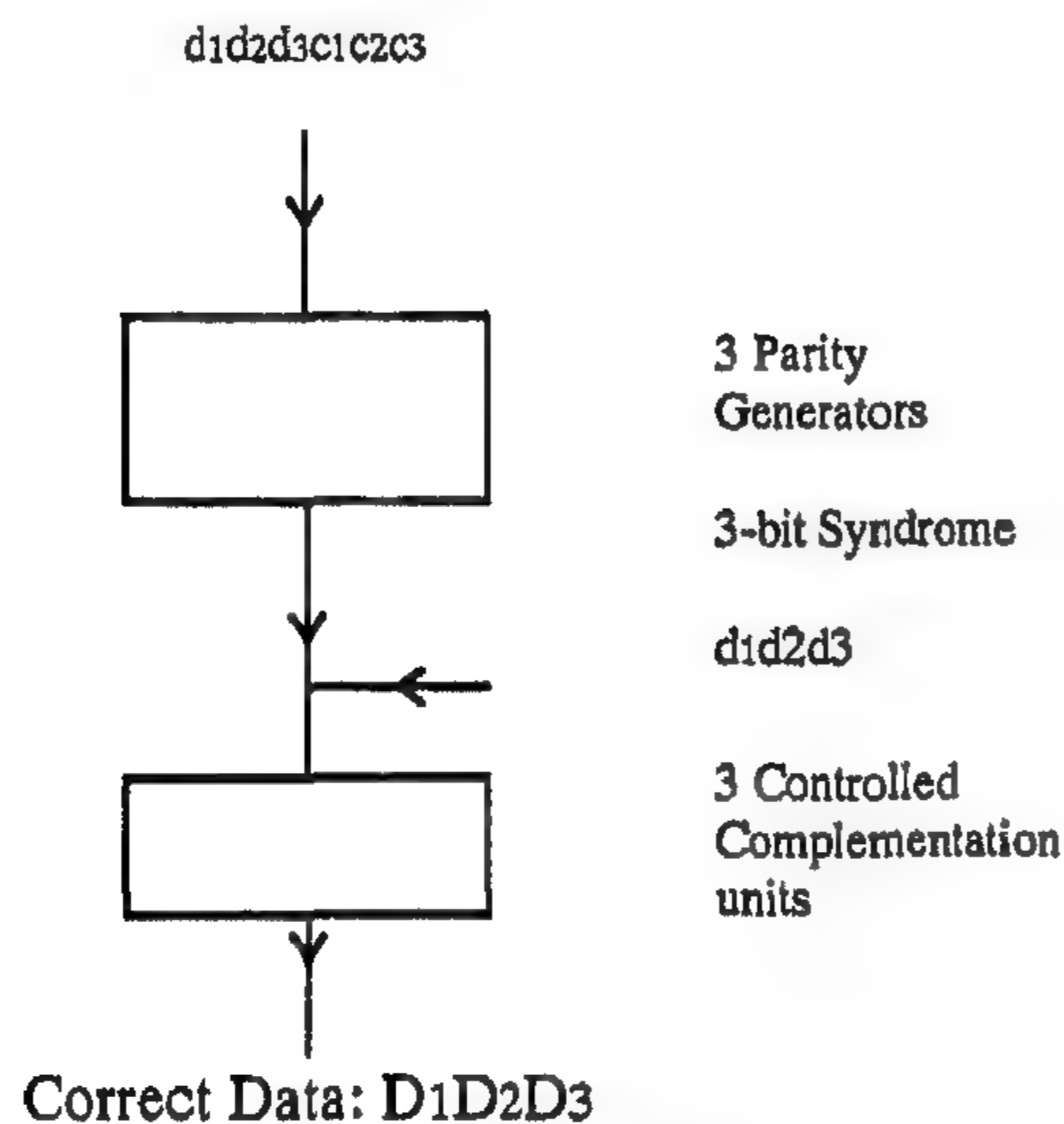


Fig. 2- Block diagram of SEC circuit

Figure 2 shows a block diagram of the SEC circuit. A 6-bit message is applied to three parity generators. This message consists of 3 data bits ( $d_1$ ,  $d_2$  and  $d_3$ ) along with 3 check bits ( $c_1$ ,  $c_2$  and  $c_3$ ). The 3 parity generators produce a 3 bit syndrome vector which is, in turn, applied to 3 controlled complementation units. The complementation units also receive the 3 data bits  $d_1$ ,  $d_2$  and  $d_3$ . If the syndrome is the zero vector, the controlled complementation units produce  $D_1D_2D_3 = d_1d_2d_3$ . If there is one erroneous data bit, the syndrome is identical to the column vector in  $H$  that corresponds to that erroneous bit. The appropriate unit complements, the erroneous bit, and the output of the SEC circuit are the correct data vector  $D_1D_2D_3$ .

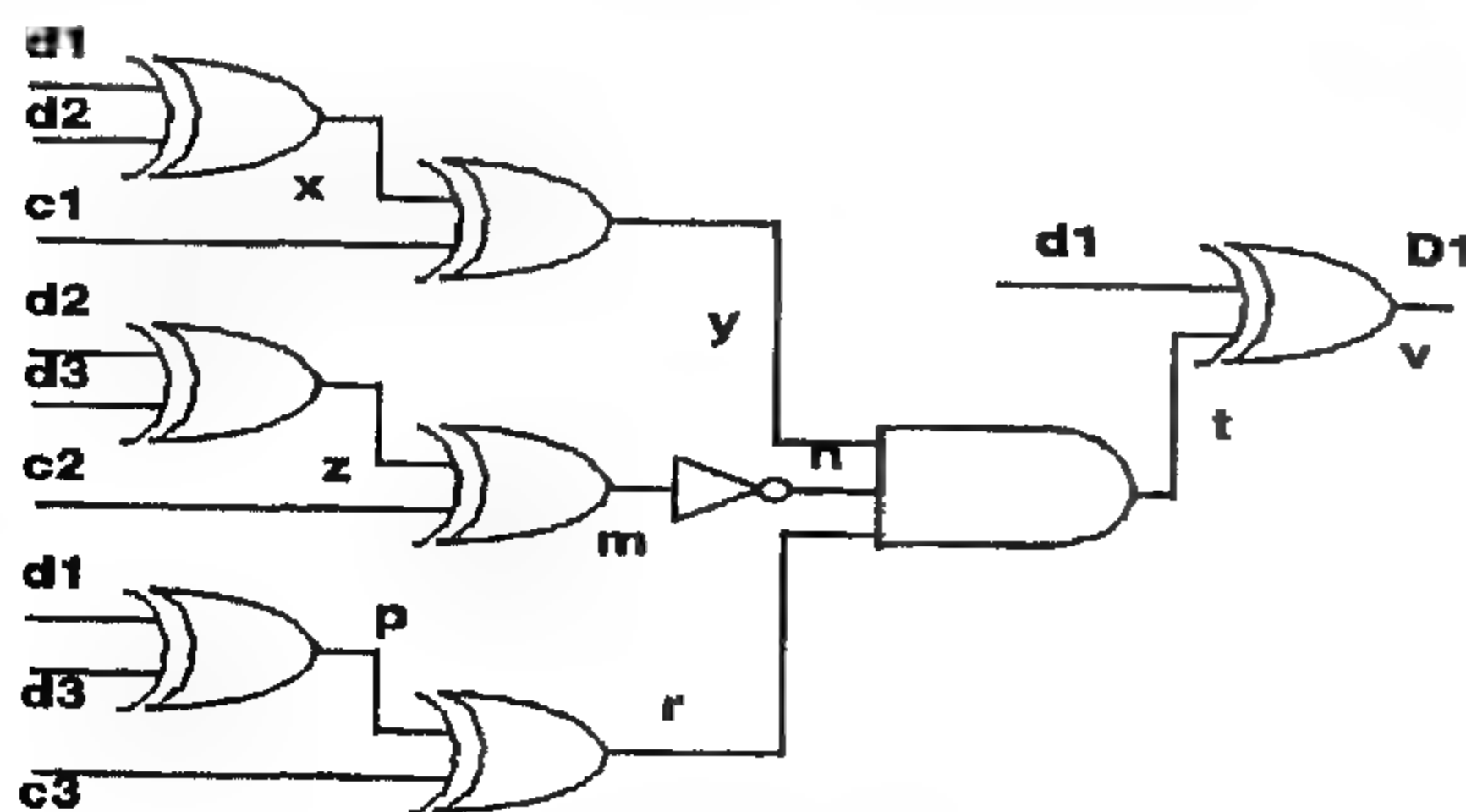


Fig. 3- Bit slice of SEC circuit

Figure 3 shows a bit slice of this circuit. This bit slice corresponds to bit  $d_1$ . Each pair of XOR gates represents a parity generator, i.e., the three parity generators mentioned in Figure 2 are shown in Figure 3. The inverter, the AND gate and the rightmost XOR gate represent the controlled complementation unit for bit  $d_1$ . The syndrome appears at nodes  $y$ ,  $m$  and  $r$ . If  $t$  is 0,  $d_1 = D_1$ , but if  $t = 1$ ,  $d_1 = D_1'$ . Note that the column in  $H$  that represents  $d_1$  is 101. The controlled complementation unit decodes 101 and therefore consists of a 3-input AND gate with the middle input inverted.

In the next sections, it will be shown that a single unidirectional 1→0 fault may cause the SEC circuit to correct a valid codeword, i.e., produce a non-codeword even though the input to the SEC circuit is correct. Furthermore, the fault can prevent the SEC circuit from correcting a non-codeword and consequently, erroneous data is transmitted throughout the rest of the system.

### 3. EFFECT OF SINGLE UNIDIRECTIONAL FAULT

This section studies the SEC circuit whose PCM is shown in Figure 1. The analysis is carried out on the bit slice in Figure 3. Throughout the rest of this paper, a fault will mean a single unidirectional 1→0 fault.

First, assume the message  $[d_1d_2d_3c_1c_2c_3]$  is correct. Hence,  $t = 0$ . A fault at  $v$  will produce an error if  $d_1$  is 1. Faults at  $x$ ,  $z$ ,  $p$ ,  $y$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $r$  or  $t$  will not produce any errors.

**Proof:** In the fault-free situation, there is a zero syndrome. Therefore,  $y = m = r = 0$  and consequently  $t = 0$  and a fault at any of these signals will not produce an error;  $n = 1$  and a fault at  $n$  will produce an error at  $n$ . However, this error does not propagate across the AND gate because  $y$  and  $r$  are zeroes;  $x$  and  $c_1$  can both be ones or both be zeroes since  $y$  is zero. The same is true for  $z$  and  $c_2$  and also for  $p$  and  $c_3$ . A fault at  $x$  will produce an error if  $x$  is 1. This will force  $y$  to be 1 but, once again, this error will not propagate through the AND gate because  $r$  is 0. The same argument is valid for a fault at  $p$ ; the 0 at  $y$  will prevent the propagation of the error. A fault at  $z$  when  $z$  is 1 will produce a 1 at  $m$  and a 0 at  $n$  which will not affect  $t$ .

Because the other two controlled complementation units also consist of an AND gate with one inverted input and an XOR gate, the results presented above can be extended to the entire SEC circuit. In summary, if the message is correct, only a fault at  $v$  will produce an erroneous data bit when its correct value is a 1.

If the message has one incorrect bit ( $d_1$  in this

# TOLERANCE OF SINGLE-ERROR-CORRECTING CIRCUITS TO UNIDIRECTIONAL ERRORS

By  
Hssanein H. Amer\*

## ABSTRACT

This paper shows that the tolerance of a Single- Error- Correcting circuit to unidirectional errors depends on the architecture of the circuit. Two such circuits are analyzed. They differ in the Parity Check Matrix. One circuit has a higher probability than the other of producing the correct output in the presence of a unidirectional fault.

## 1. INTRODUCTION

Most computers use some form of error detection and correction in their memory systems in order to increase reliability. Hamming codes are possibly the most common codes used for single error correction. The implementation of these codes is relatively inexpensive in terms of cost and performance overhead. Several companies have produced off-the-shelf integrated circuits for code generation and checking (1, 2).

Even though Single-Error-Correcting (SEC) circuits are used to protect computers from hardware failures; they may be subjected to hardware failures themselves. In this paper, the effect of unidirectional errors on SEC circuits, is studied. Specifically, the relation between the architecture of the SEC circuit and its tolerance to unidirectional errors, is investigated.

Unidirectional errors happen when all erroneous signals make the same transition, i.e.,  $0 \rightarrow 1$  or  $1 \rightarrow 0$  (2, 3). This paper focuses on  $1 \rightarrow 0$  errors. This error can be permanent or temporary (3). It can be produced by a power supply dip, for example, the dip would cause a logic 1 to be represented by an intermediate voltage that may or may not be interpreted as a logic 1 by other gates. This error could also be due to component degradation such that the value of  $V_{oh}$  becomes an intermediate voltage less than the specified value. Again, this intermediate voltage may be interpreted as a logic 1 or a logic 0 by other gates. Component degradation in CMOS circuits, for instance, could be due to Gate Oxide Shorts. The effect of Gate Oxide Shorts on circuit behavior has been studied in many papers (4, 5). It will be assumed that only one unidirectional error can happen at a time. For all valid codewords, it will be shown that the behavior of the

SEC circuitry does in fact depend on its architecture.

Section 2 describes the operation of a typical SEC circuit. Section 3 analyzes the behavior of the circuit in the presence of a single unidirectional error. In Section 4, the architecture of the SEC circuit is modified and the same analysis is carried out again to investigate the relation between the circuit architecture and its tolerance to single unidirectional errors. Finally, Section 5 presents the summary of the paper.

In the remaining of this paper, the following terminology will be used (3, 6); a failure is a physical malfunction, a fault is the representation of the effect of a failure, whereas an error is an incorrect output caused by a failure. Therefore, a Gate Oxide Short that reduces  $V_{oh}$  is a failure. Its corresponding fault will be a  $1 \rightarrow 0$  transition. This fault will only cause an error if the correct output of the gate is a logic 1.

## 2. SINGLE-ERROR-CORRECTION CIRCUIT

In a system using an  $(n,k)$  linear Single-Error-Correcting (SEC) code,  $k$  data bits are encoded in an  $n$ -bit message by adding  $c$  check bits. In other words,  $n=k+c$ . The relation between  $c$  and  $k$  is described by the following inequality:  $2^c \geq c+k+1$

Hamming Codes can be described by a Parity Check Matrix (PCM) (2,6). This matrix has  $c$  rows and  $n$  columns. A matrix  $H$  for a  $(6,3)$  SEC code is shown in Figure 1. Hence  $k=c=3$  and  $n=6$ . Decoding is done by the matrix operation  $H.r = s$  where  $r$  is an  $n$ -bit column vector representing the message, and  $s$  is a  $c$ -bit row vector representing the syndrome. The matrix operation  $H.r$  uses modulo-2 addition. For a codeword message,  $s$  should be a zero vector.

---

\* Associate Prof., Electronics and Telecom. Dept., Faculty of Engineering, Cairo University.



## REFERENCES

- 1 - M. A. Hamadan and B. A. Jubran, "Some Theoretical and Experimental Aspects of Built-in Solar Storage", *Renewable Energy*, Vol.2, No.3, 1992.
- 2 - A. B. Cohen, "Thermal Optimization of Compact Solar Water Heaters", *Solar Energy*, Vol. 20, 1987.
- 3 - A. Geotzberger and M. Rommel, "Prospects for Integrated Storage Collector System in Central Europe", *Solar Energy* Vol. 39, No.3, 1987.
- 4 - A. Ecevit, A. M. El-Shariah and E. D. Apaydin, "Triangular Built-in Storage Solar Water Heater", *Solar Energy*, Vol. 42, No. 3, 1989.
- 5 - B. Vaxman and M. Sokolov, "Experiments with an Integral Compact Solar Water Heater", *Solar Energy* Vol. 34, No. 6, 1985.
- 6 - W. H. Tadros, "Solar Energy Input to Corrugated Plate Collectors of Different Configurations", *J. of Inst. Of Engg.* Vol. 71, 1990.
- 7 - W. H. Tadros, E. M. Abdel-Salam, M. El-Kheshin and S. A. Hassan, "Theoretical and Experimental Analysis of Corrugated Plate Solar Collector", *J. of Inst. of Engg.* Vol. 74, 1993.
- 8 - M. E. Elswify and W. H. Tadros, "Enhancement of Energy Input to Solar Box Cooker", 4 th. International Conf. on Energy Devlp. and Envir., Cairo, Egypt, Oct. 1994.

## CONCLUSION

From the theoretical analysis and the experimental investigation it is concluded that :

- 1 - The use of built in-storage solar water heater is feasible when hot water is required at low temperature in the range from 40 to 50 °C specially in the case of intermittent use . It is suitable for camping purposes and in summer beach and tourism villages.
- 2 - The modified heater presented in this paper possesses a performance much better than that of the previous ones. This is due to the use of a baffle plate, corrugated absorber, solar reflector, and nigh insulating cover.
- 3 - Up to 100 liters of hot water at a temperature of 40 - 50 °C can be daily obtained from a heater of a capacity of 100 liters with absorber area of one square meter . This can be achieved after an initial warming up period of 2 -3 days after which the heater can be continuously used in the mentioned areas of Egypt.
- 4- for lower hot water consumption , higher temperature up to 57°C can be obtained .
- 5 -The efficiency of the modified heater during the continuous running mode ranges from 35% to 55% .
- 6 -Single glazing is recommended for such type of solar water heaters rather than double glazing .
- 7 - The modified solar water heater has the advantages of portability and easiness of erection which is suitable to be used for camping purposes.

## NOMENCLATURE

A	Absorber Area	m <sup>2</sup>
A'	Area of the opening between water over and under the baffle plate	m <sup>2</sup>
C	Specific heat	J/Kg °C
hc	Coefficient of heat transfer by convection	W/ m <sup>2</sup> °C
hr	Coefficient of heat transfer by radiation	W/ m <sup>2</sup> °C
I	Intensity of solar radiation	W/ m <sup>2</sup>
K	Thermal Conductivity	W/ m °C
M	Mass	Kg
t	Temperature	°C
α	Absorber absorptivity	
δ	Insulation thickness	
θ	time	hr
τ	Glass transmissivity	

## SUBSCRIPT

a	Air
b	Baffle plate
g	Glass
p	Absorber plate
s	Air space between absorber plate and glass cover
w	Water
w1	Water between the absorber and the baffle plate
w2	Water between the baffle plate and the tank bottom



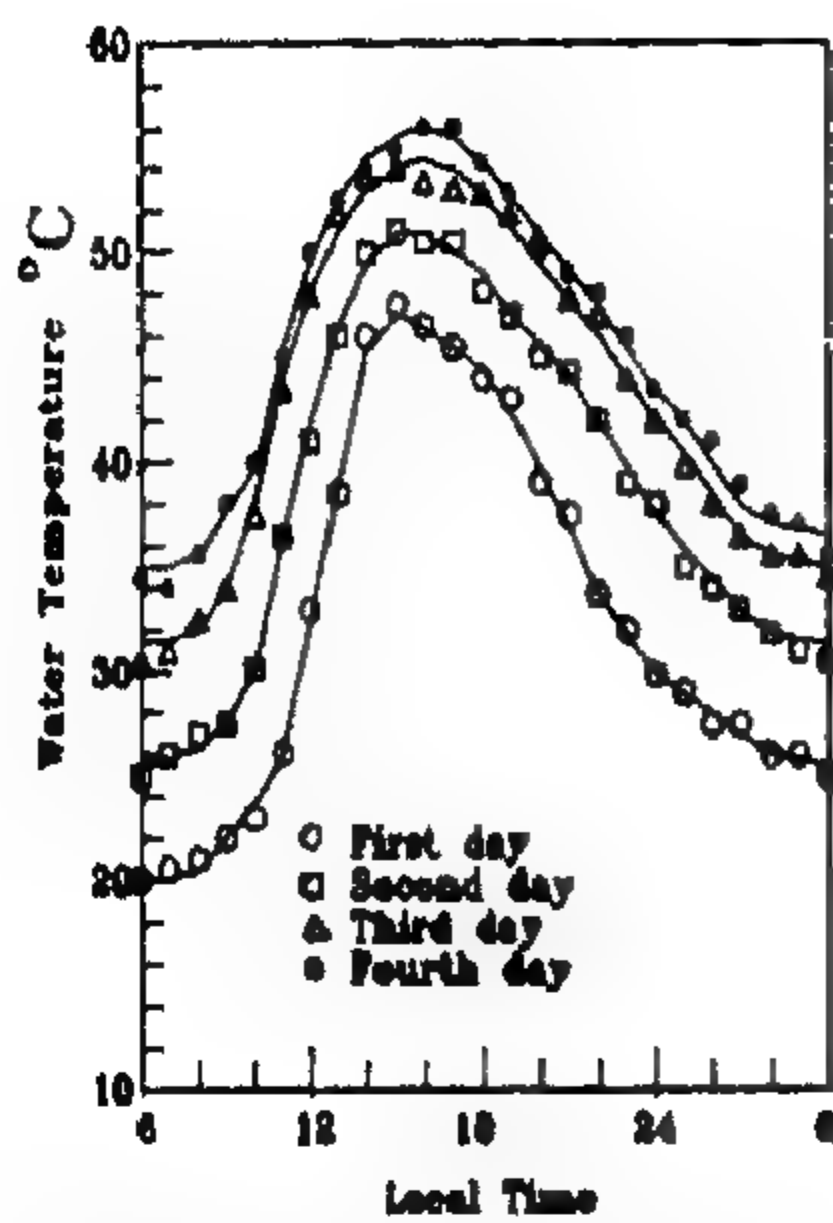


Fig. 13- Hourly water temperature variation at no load without reflector

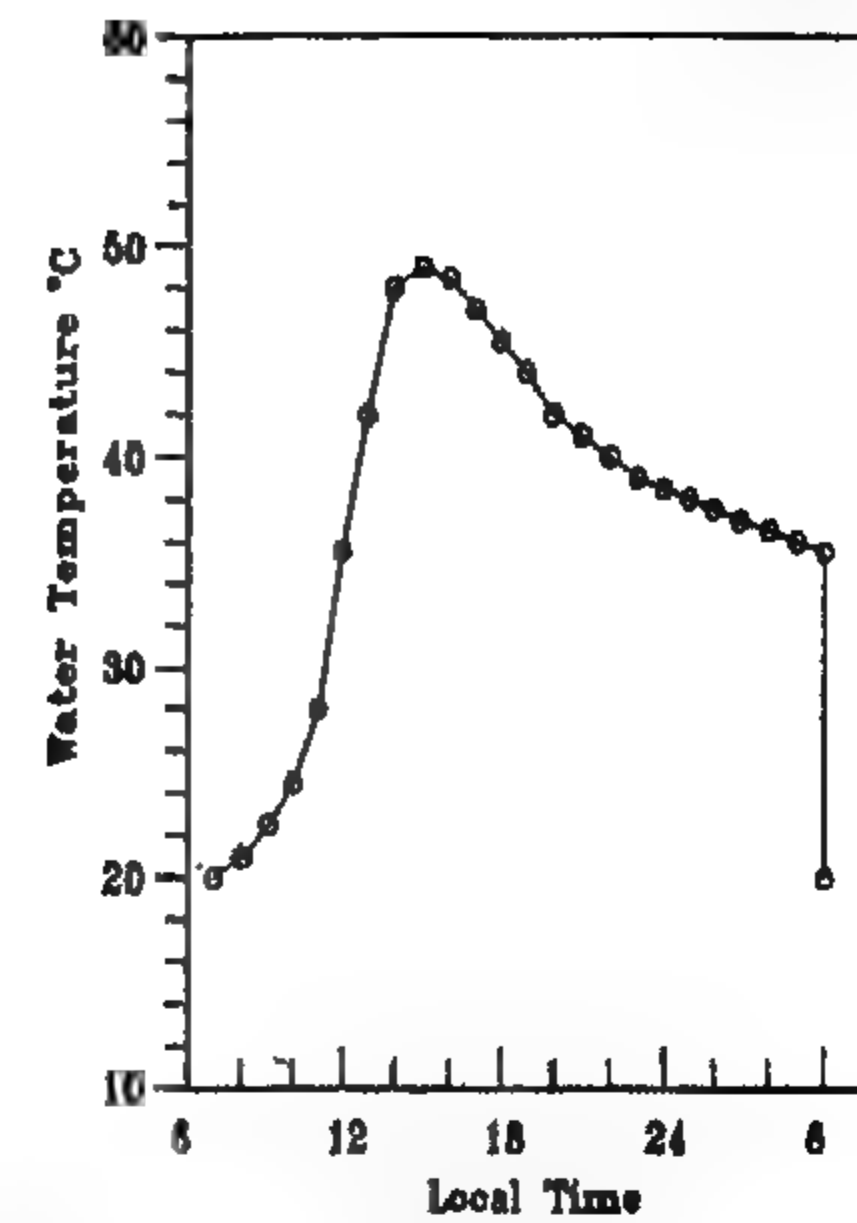


Fig. 17 Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunrise of the second day

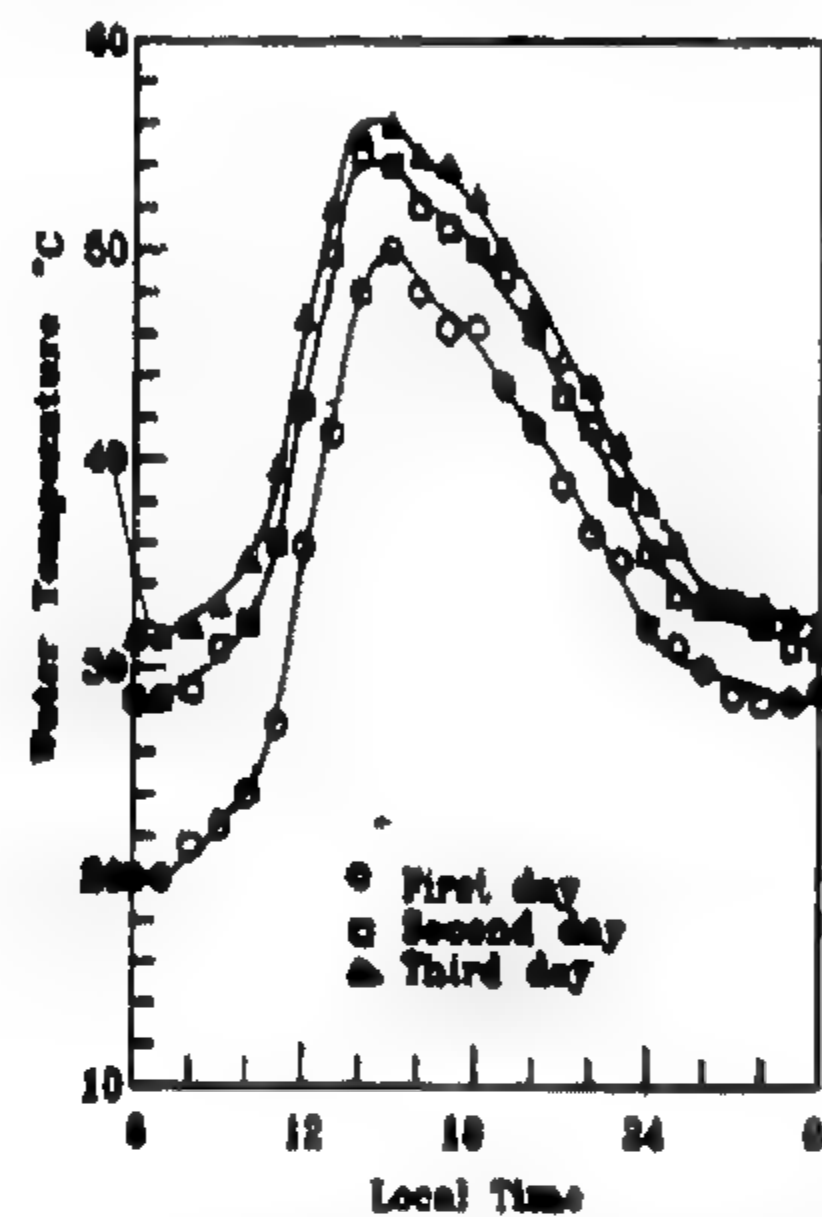


Fig. 14- Hourly water temperature variation at no load with reflector without cover

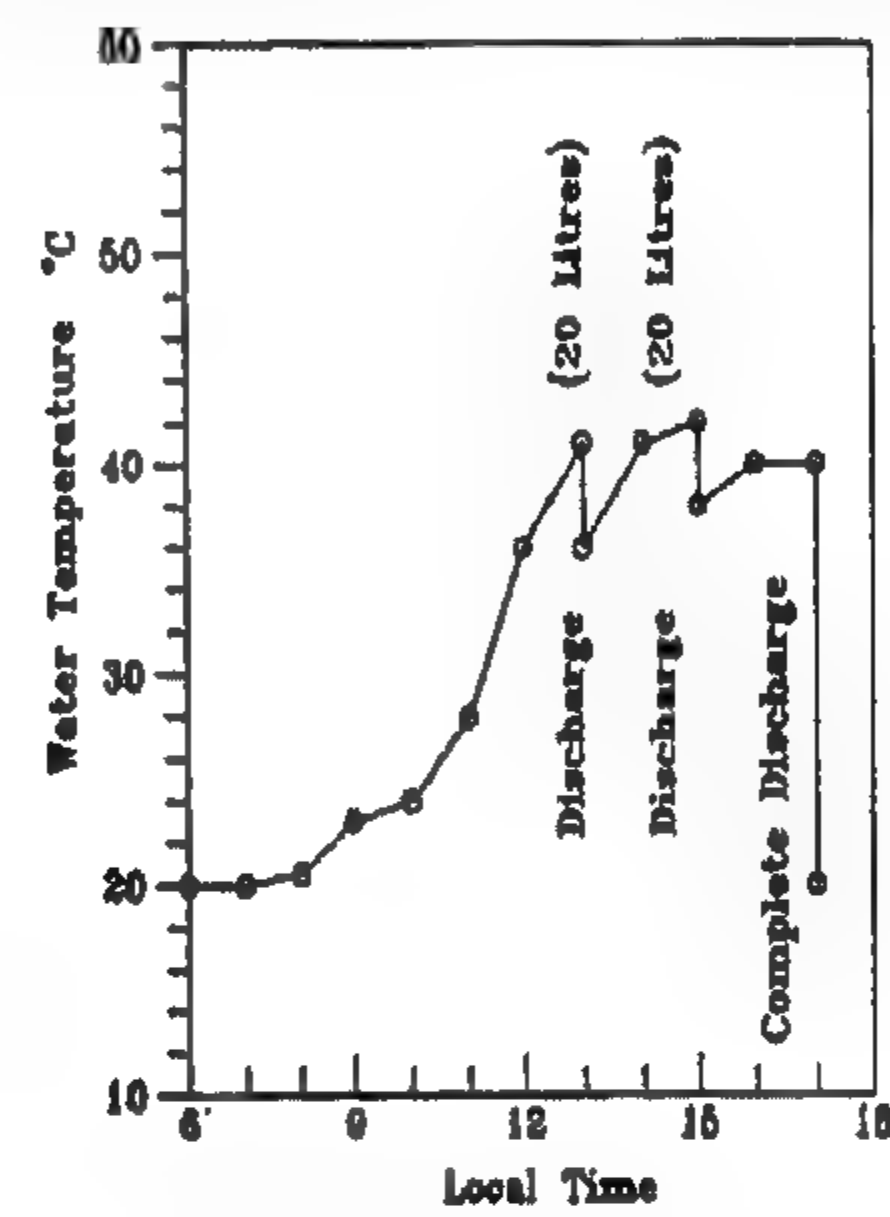


Fig. 18- Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunset

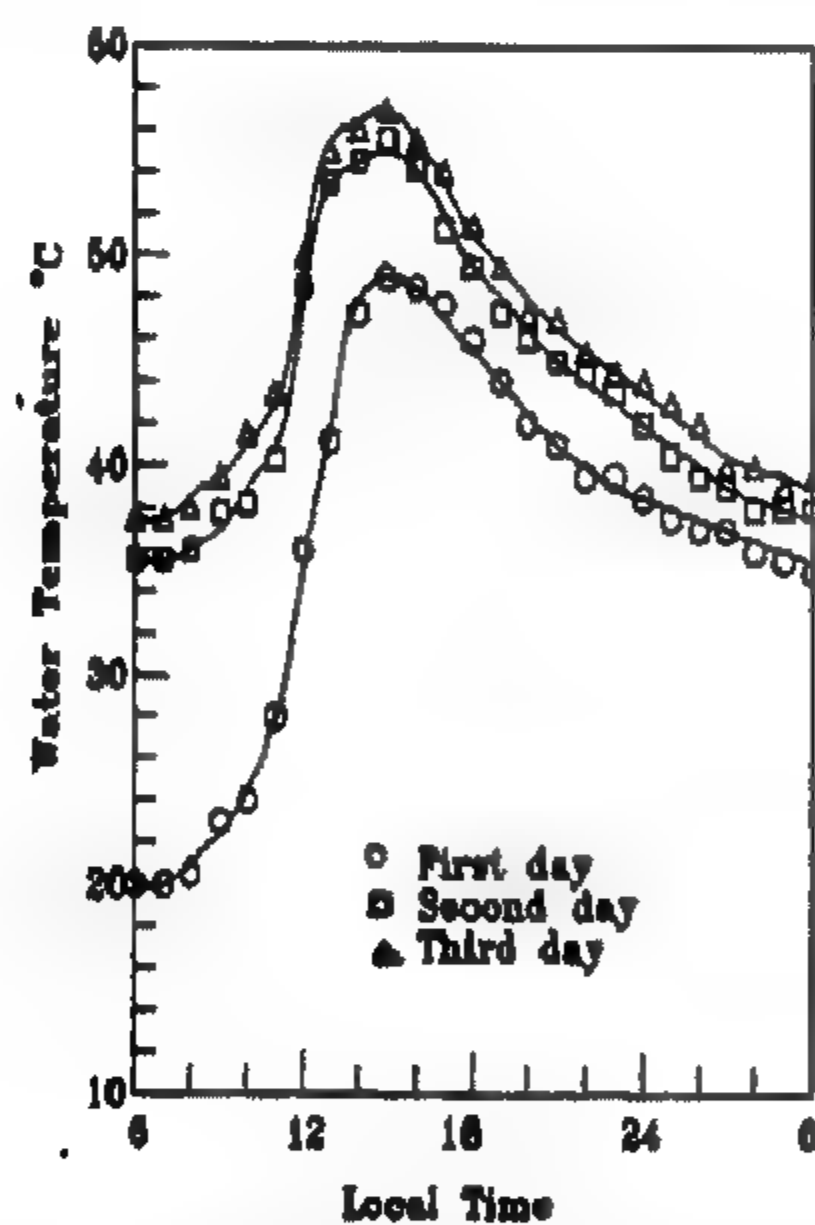


Fig. 15- Hourly water temperature variation at no load with reflector and cover

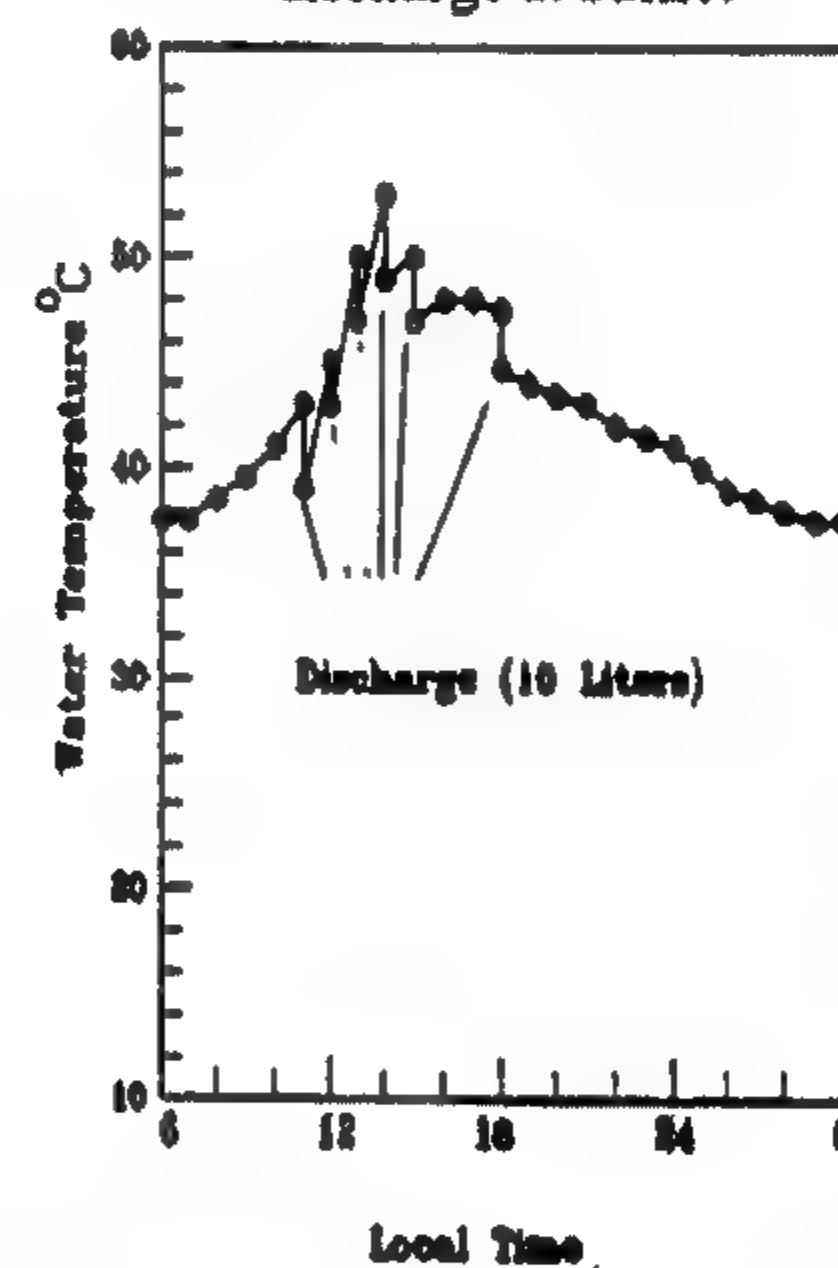


Fig. 19- Hourly water temperature variation at no load after a warming-up period of two days

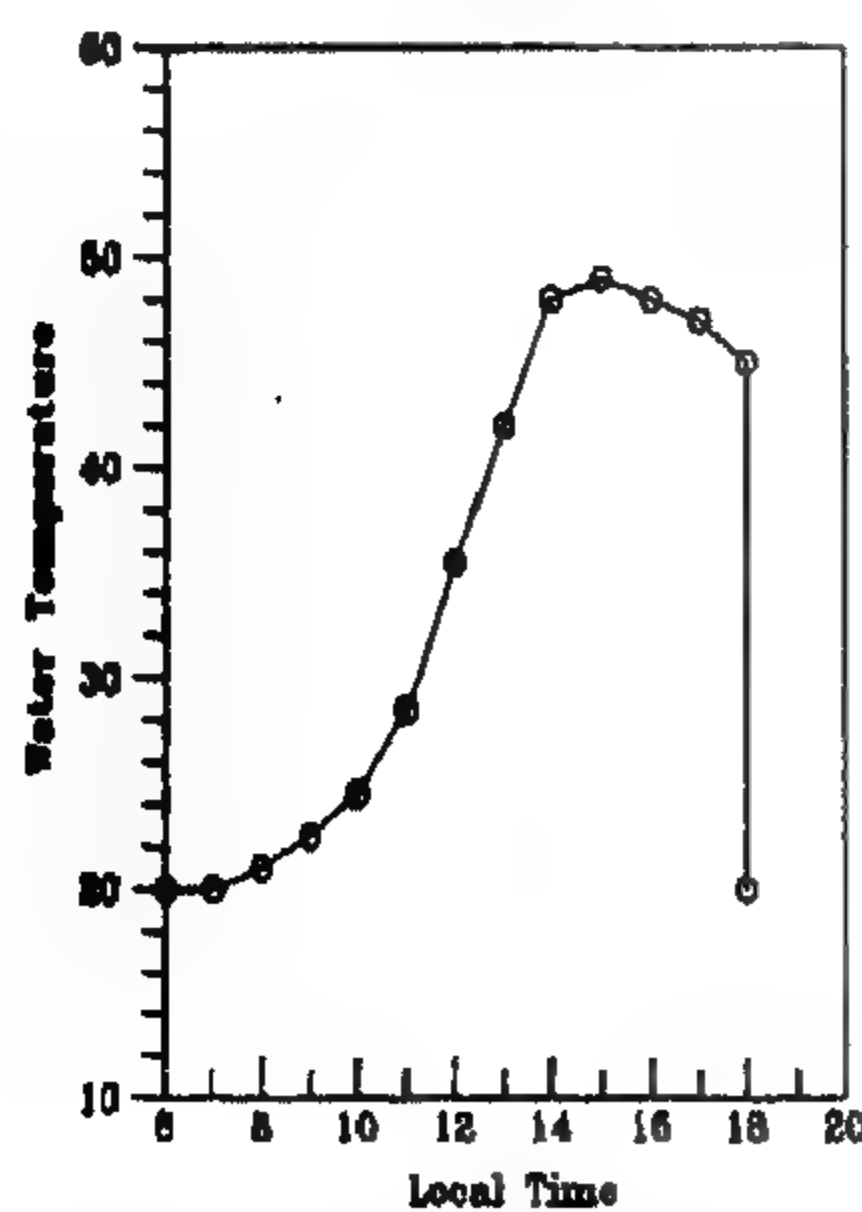


Fig. 16- Hourly water temperature variation at no load and complete discharge at sunset

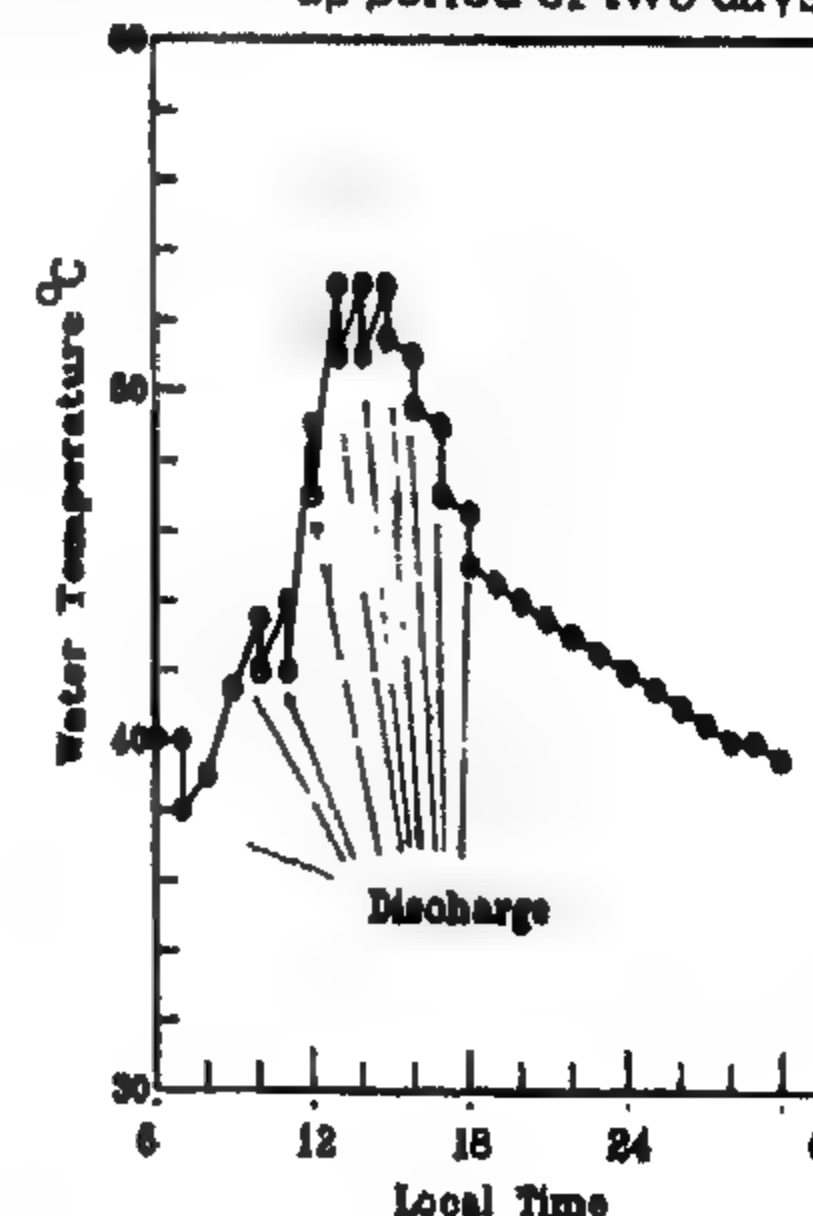
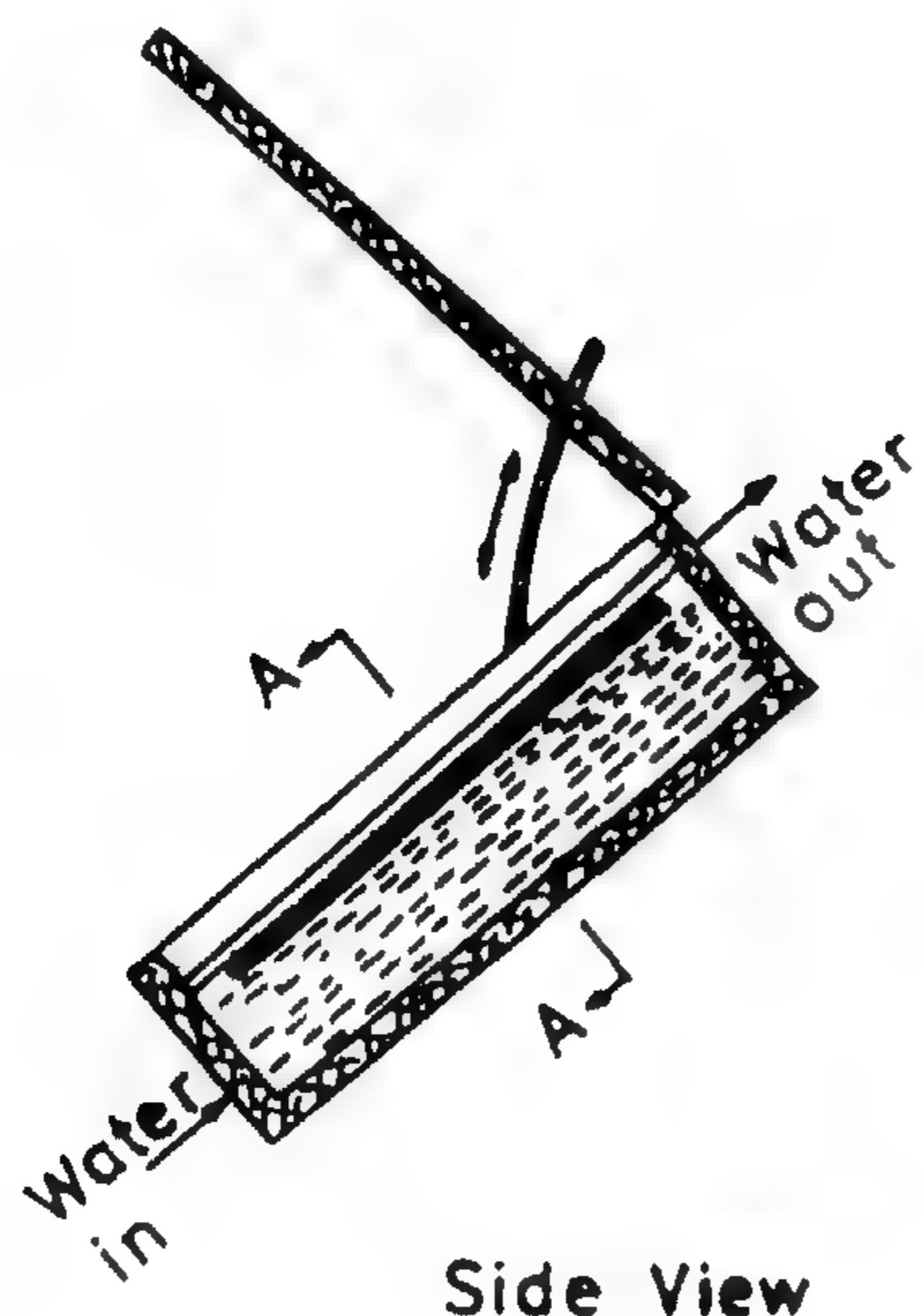


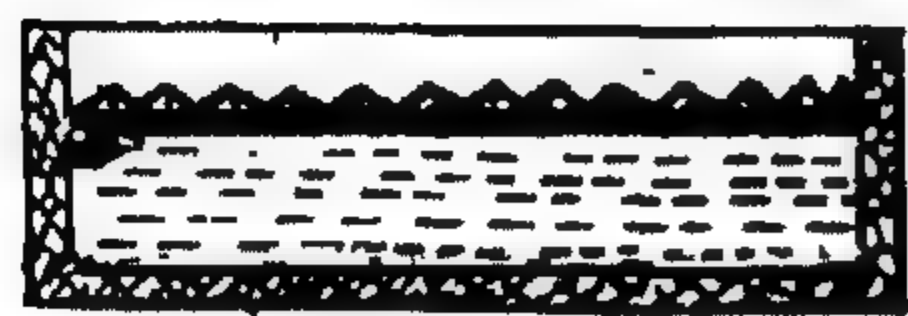
Fig. 20- Hourly water temperature variation at load condition after 3 days of a warming-up



General View



Side View



Section A-A

Fig. 9- Modified heater

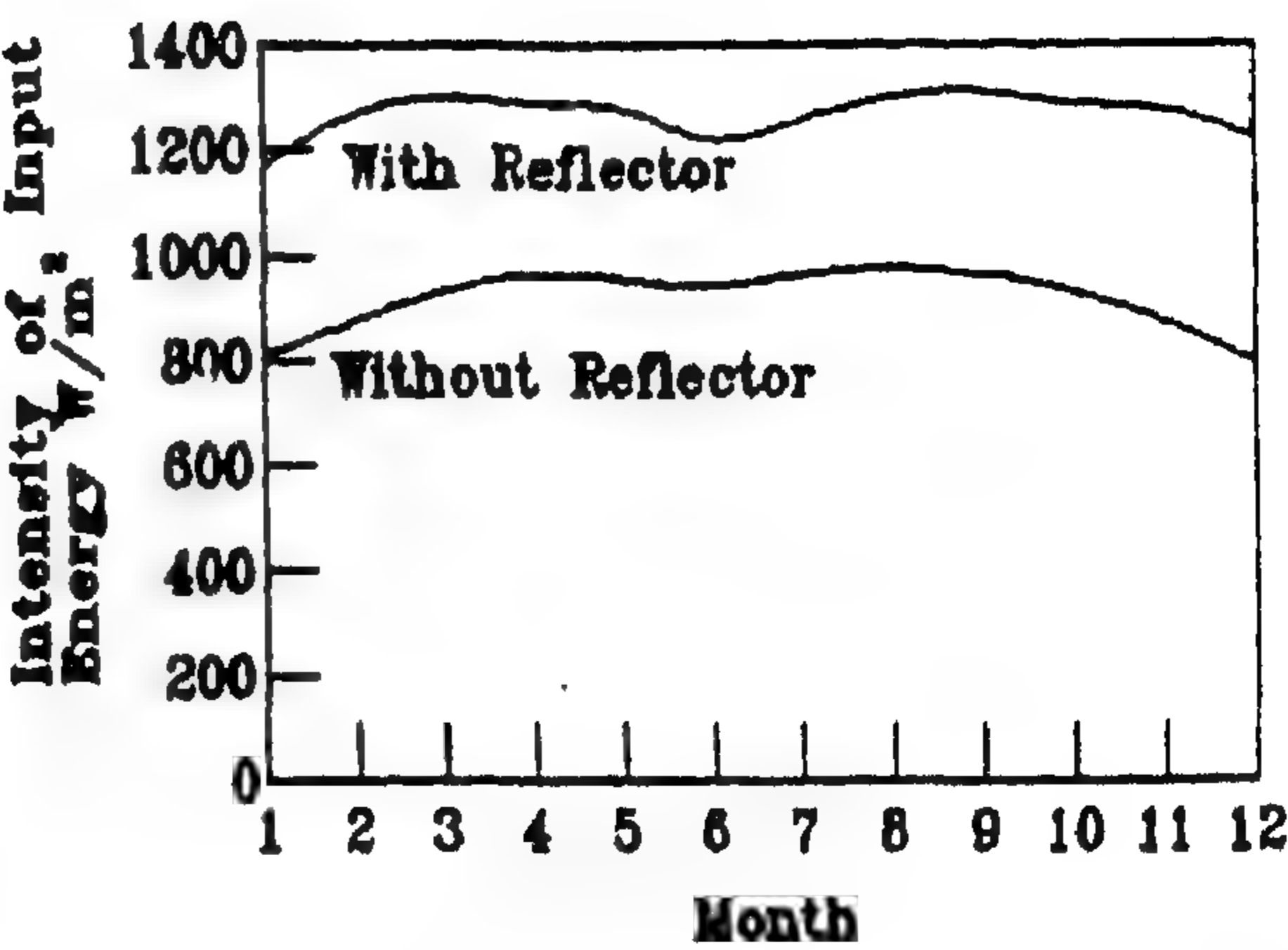


Fig. 10- Intensity of solar radiation incidence on the heater with and without the reflector

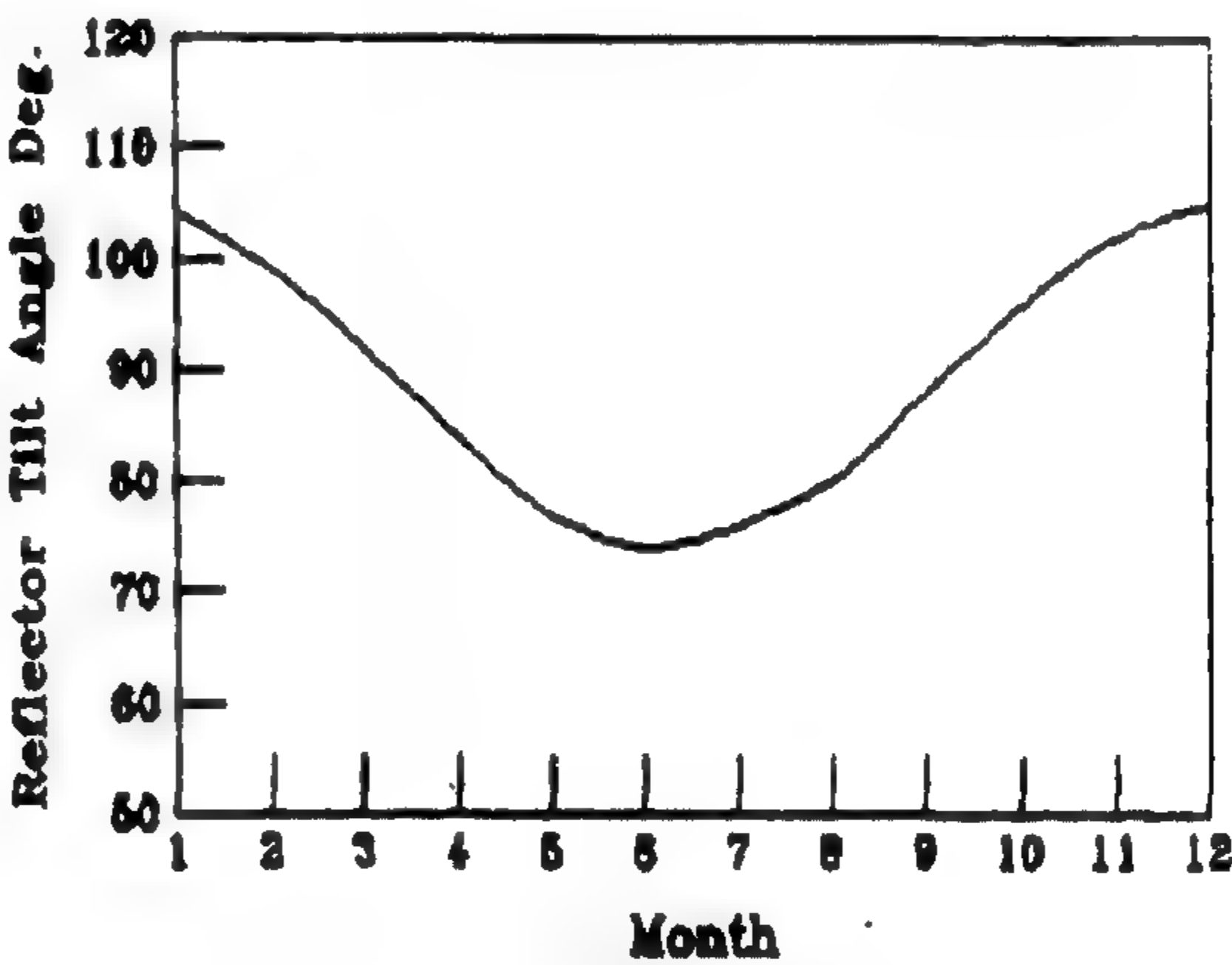


Fig. 11- Monthly optimum tilt angle of the reflector

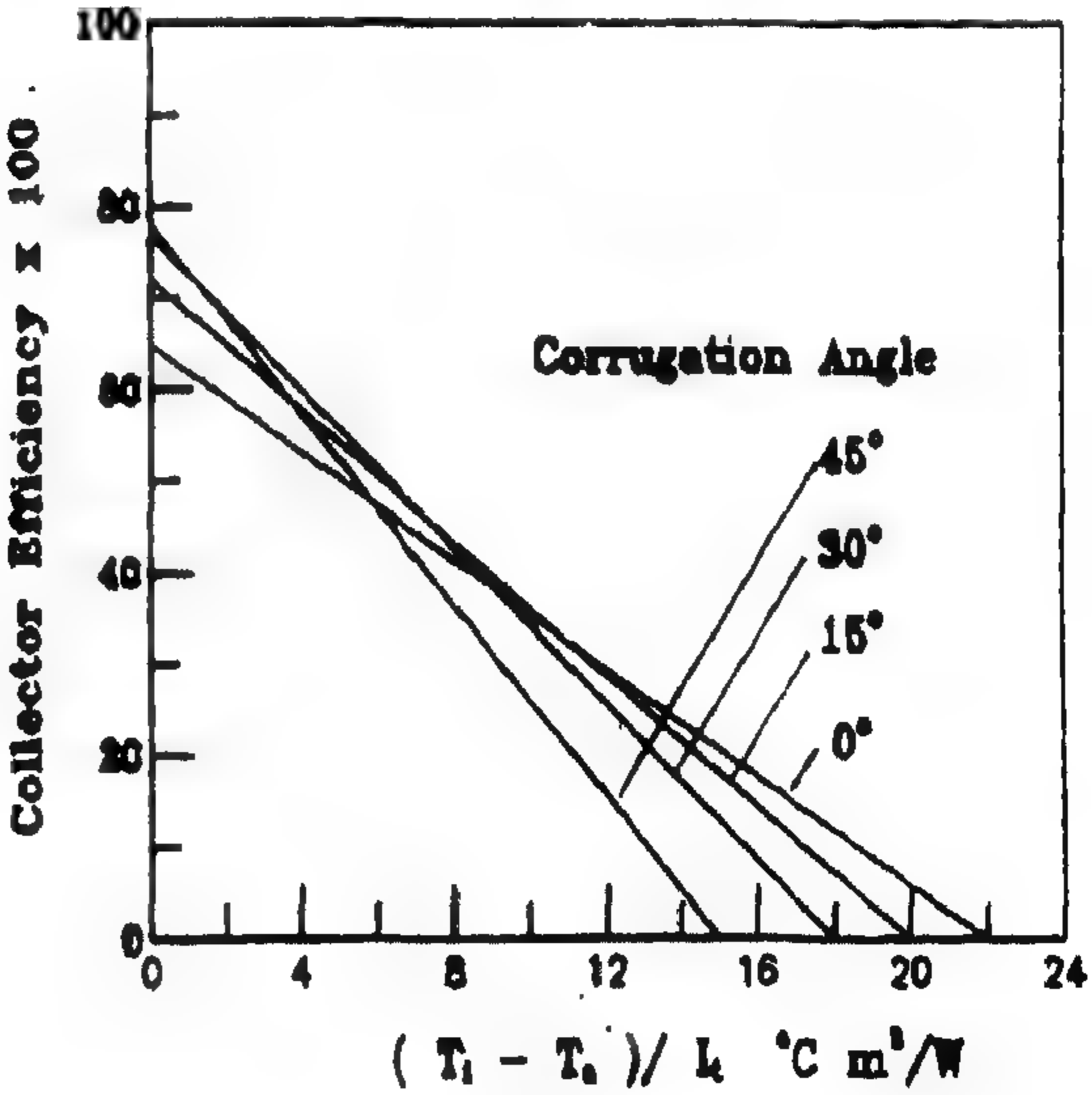


Fig. 12- Effect of absorber corrugation angle on the collector efficiency



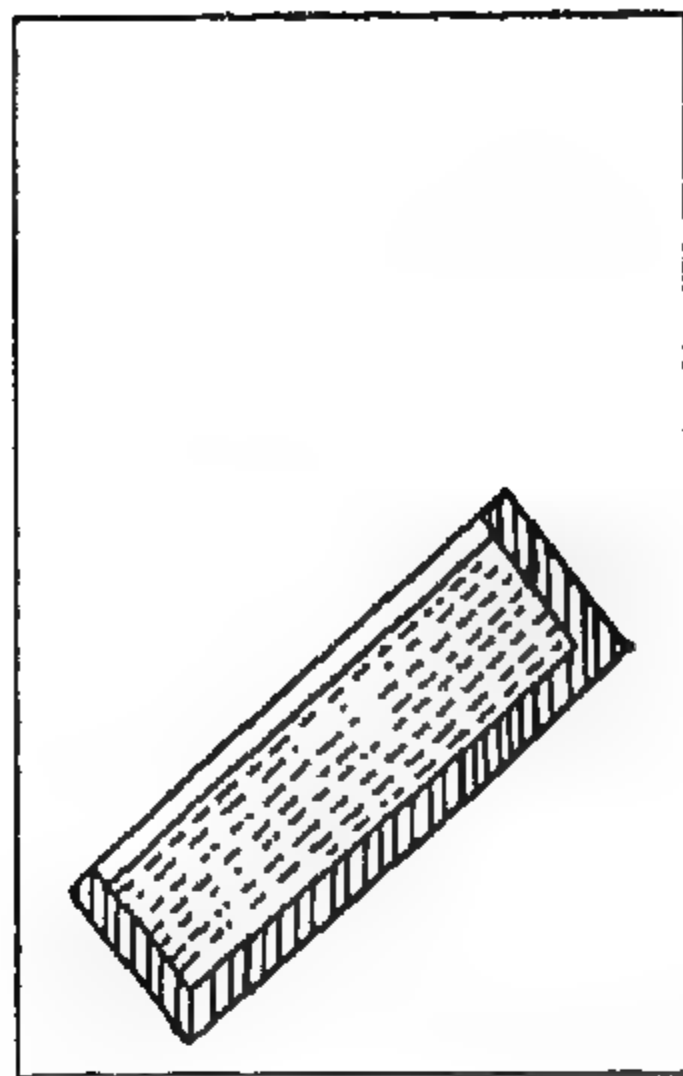


Fig. 1- Single glazed previous heater model (1)

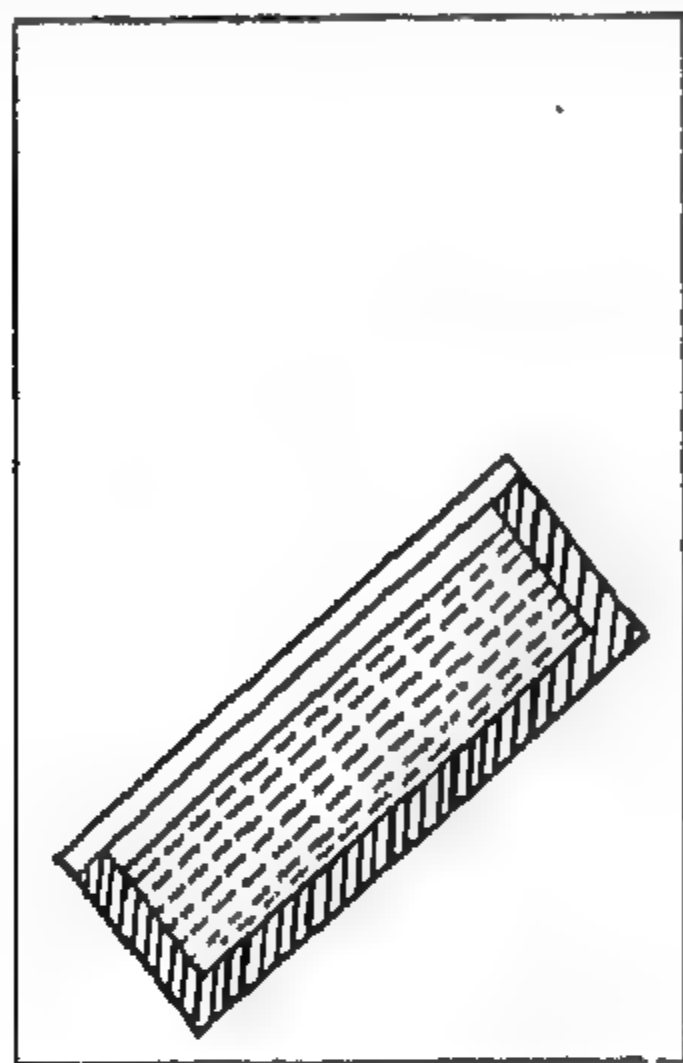


Fig. 2- Double glazed previous heater model (2)

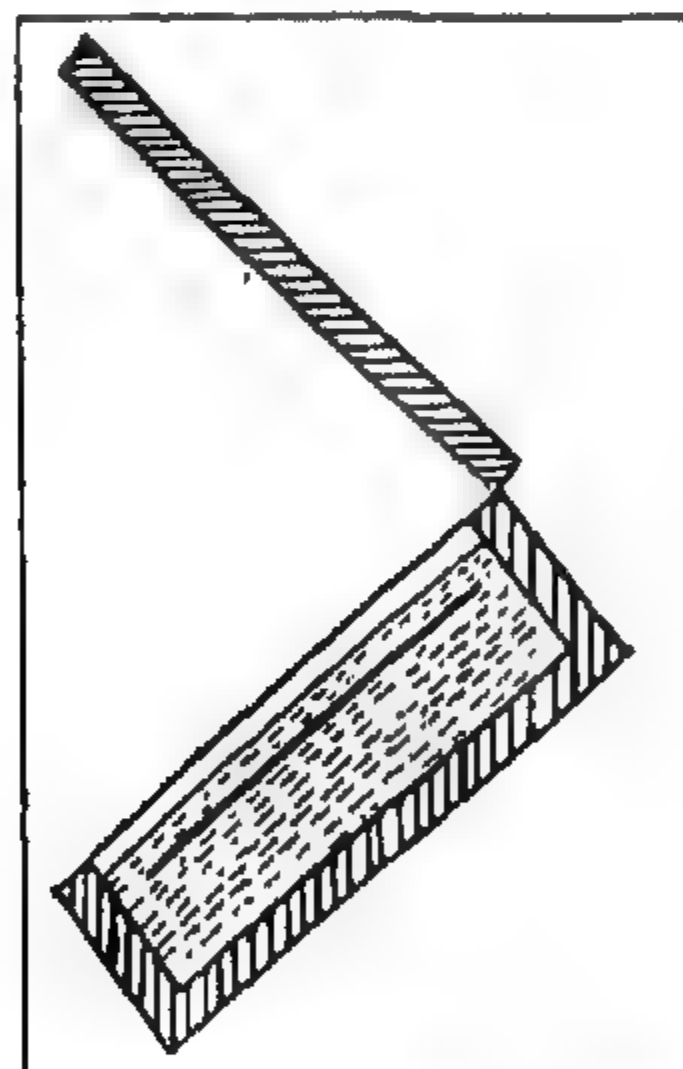


Fig. 3- Single glazed modified heater model (3)

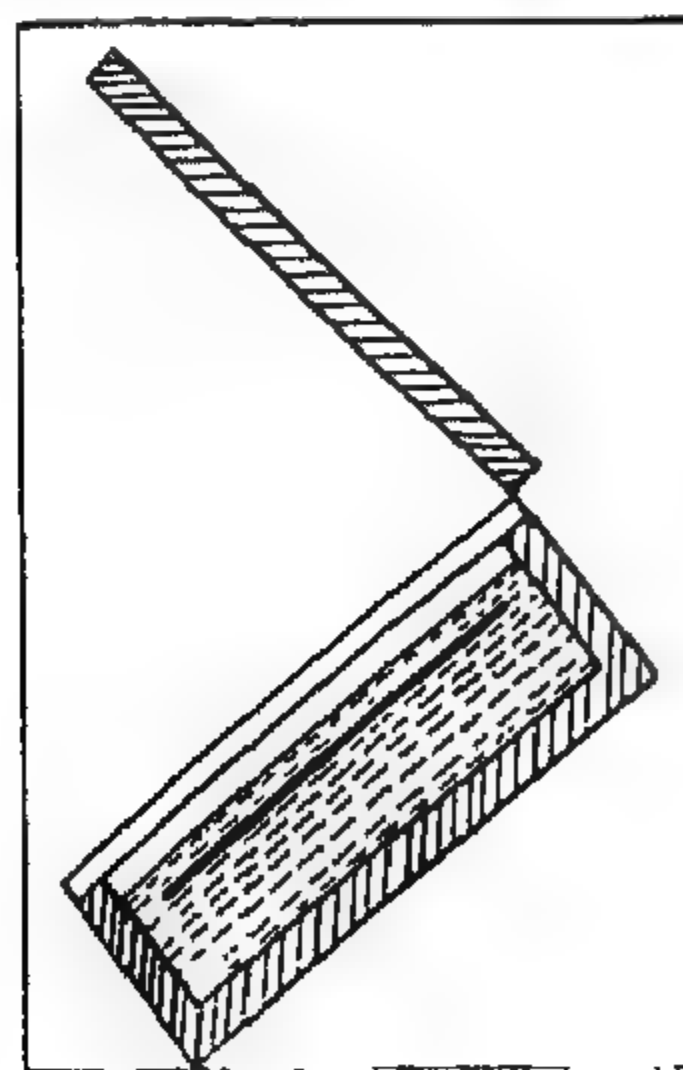


Fig. 4- Double glazed modified heater model (4)

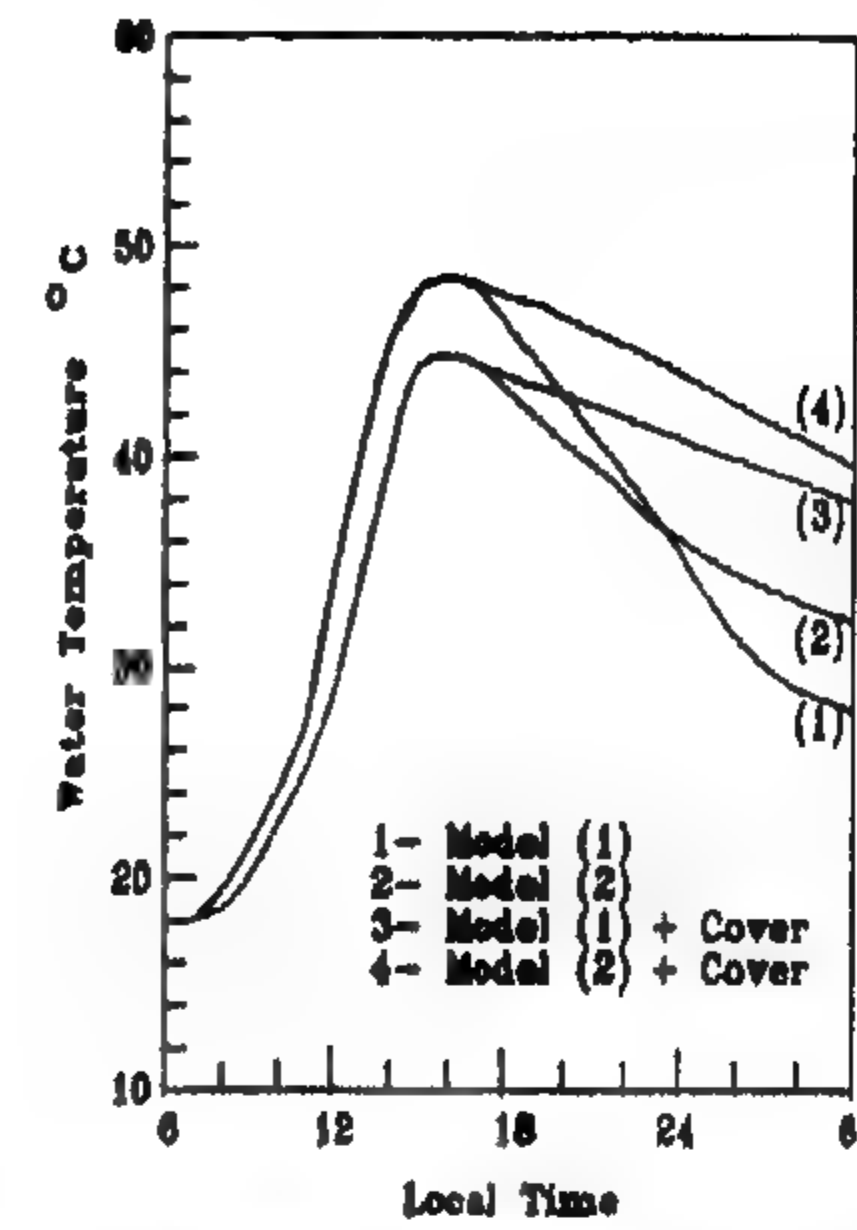


Fig. 5- Hourly temperature variation of models (1) &amp; (2)

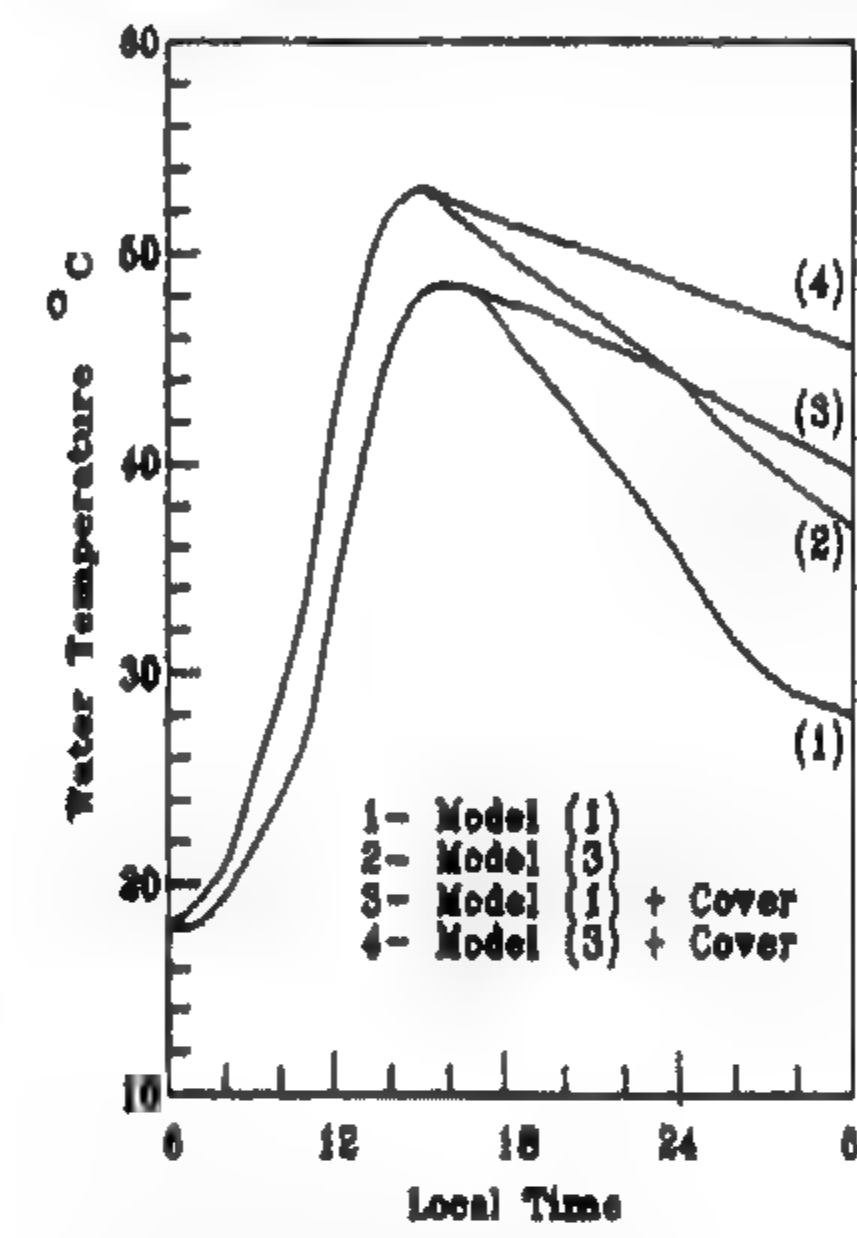


Fig. 6- Hourly temperature variation of models (1) &amp; (3)

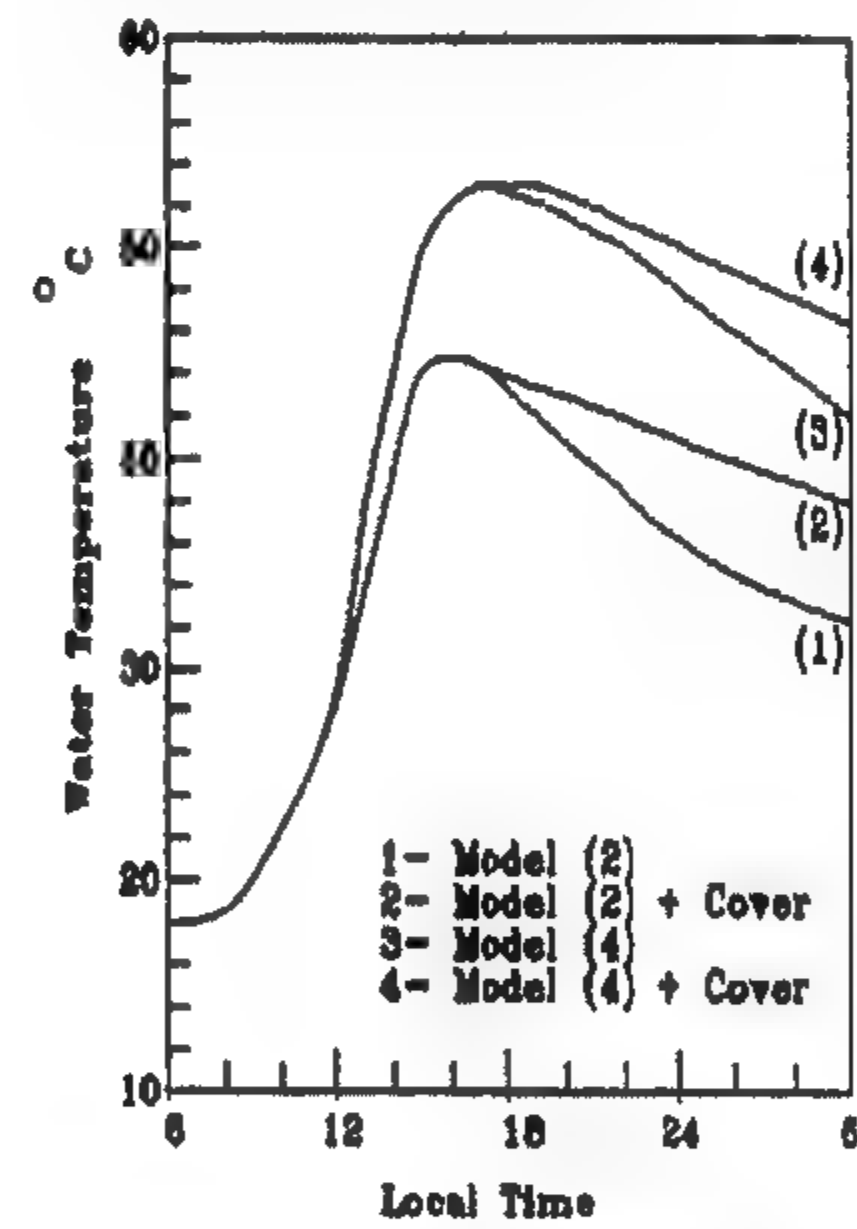


Fig. 7- Hourly temperature variation of models (2) &amp; (4)

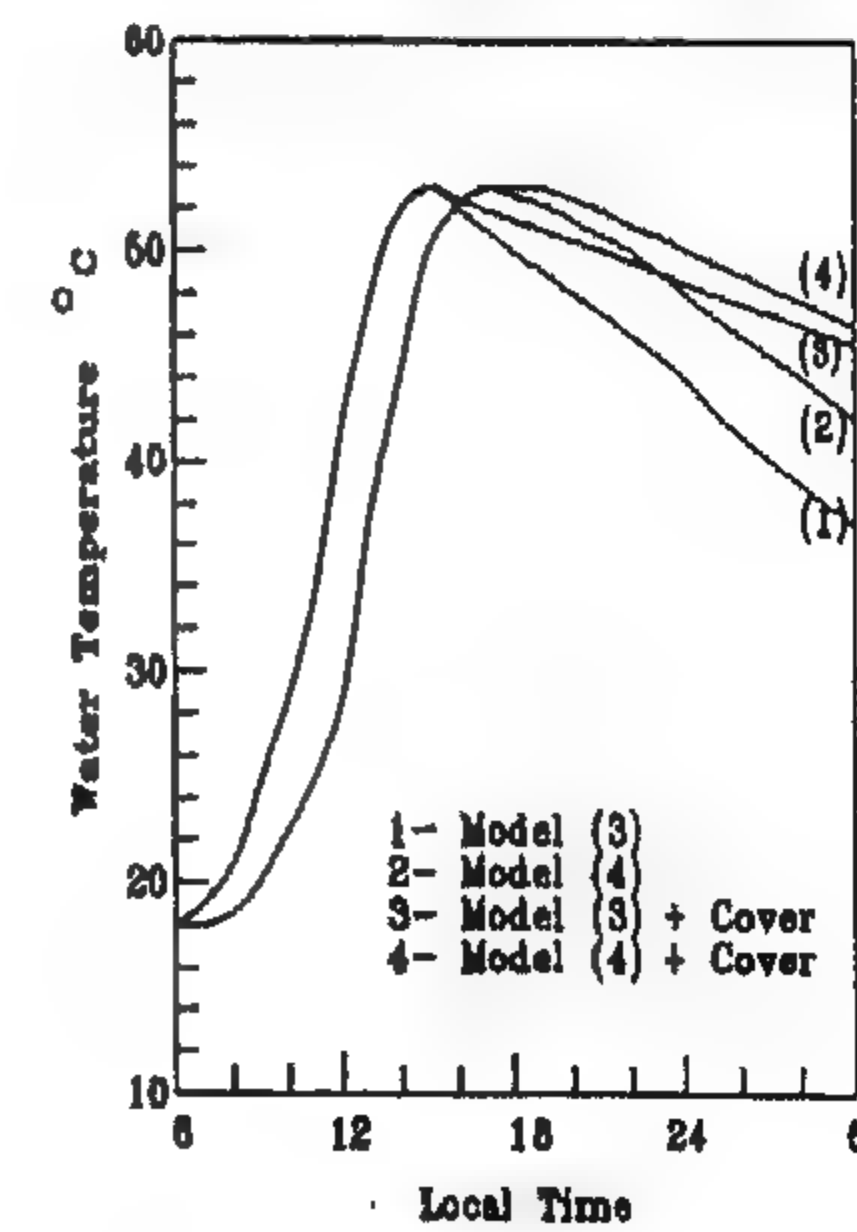


Fig. 8- Hourly temperature variation of models (3) &amp; (4)

temperature in two successive days will be small, i.e. the system will be near from the stagnation condition. The test is carried out without the use of either the reflector or the night cover .

- 2 - This test is repeated twice , once with the reflector only and once with both of the reflector and the night cover .
- 3 - The heater with its reflector is exposed to solar radiation during the sunshine period of one day and completely discharged just after sunset. The same procedures of the last tests are carried out.
- 4 - The last test is carried out but the heater is discharged just before the sunshine of the second day while it is covered during the period from sunset of the first day to sunrise of the second day .

It must be noted that the initial conditions of all of the last tests are the same . These test results are shown in Figs. (13-17 )

### Load Tests

The following load tests are carried out :

- 1- The same starting procedures of the no load test are conducted . After reaching a temperature of  $40^{\circ}\text{C}$  , 20 liters are discharged. The heater discharge closed until a temperature of  $40^{\circ}\text{C}$  is reached again, then another 20 liters are discharged . The heater is closed again until the sunset, then the heater is completely discharged .
- 2 - The heater is started as mentioned before . It is left without discharging for two days . During this period the heater is covered from the sunset to the sunrise of the second day . During the Third day , the last discharging procedures are executed except that no complete discharge is executed at the sunset .
- 3- The same procedures of the last test are executed but after three days of warming -up period instead of two days .

The results of these tests are shown in Figs. ( 18-20).

### ANALYSIS OF TEST RESULTS

From the test results of the no load test shown in Fig. (13-17) it can be seen that :

- 1 -Fig. (13) shows that , when the modified heater is subjected to solar radiation , without using either the reflector or the night cover , for more than three days, under no load condition , the following remarks are noticed :

\* The rate of the increase of the temperature decreases with the number of the days during which the heater is exposed to solar radiation .

\* Four days are sufficient for warming-up the heater to a temperature of  $56^{\circ}\text{C}$  . The corresponding value at the third day is  $54^{\circ}\text{C}$ , while that at the second and first days is  $50.5^{\circ}\text{C}$  and  $46^{\circ}\text{C}$  respectively .

- 2 - The use of the reflector only without the use of the night cover reduces the warming-up period from four days to three days as shown in Fig. (14).

A maximum temperature of  $57.5^{\circ}\text{C}$  is reached at the third day.

- 3 - The use of both the reflector and the night cover reduces this period to two days only as shown in Fig. (15). The maximum temperature in this case is  $58.5^{\circ}\text{C}$  at 1.00 p.m. of the third day .

- 4- The complete discharge of the modified heater with its reflector, at the sunset of the first day showed that 100 liters of water at  $46^{\circ}\text{C}$  can be obtained as shown from Fig. (16). The measured input energy during the test day was  $22.9 \text{ MJ/m}^2$ . This means that the heater efficiency during the day time only is 47.5% .

- 5- The Complete discharge of the modified heater with the reflector and the night cover at the sunrise of the second day represented in Fig.(17) showed that 100 liters of water at  $36^{\circ}\text{C}$  can be obtained . This means that the over-all efficiency of the heater is reduced to 29.2% due to the night losses .

- 6 - The intermittent discharge during the day time shown in Fig. (18) results in increasing the day time efficiency from 47.5% to 52.2% . This is due to the decrease of the absorber temperature, during the discharging process, which results in a decrease of the thermal losses.

- 7 - From Fig. (19) it can be seen that , after two days of warming-up period the intermittent discharge of 60 liters per day results in obtaining the same hourly temperatures at successive days . This means that the stored energy during the warming-up period will minimize the decrease of the stored water temperature during the successive days .

- 8 - From Fig. (20) if the warming-up period is increased to three days , an intermittent discharge of 100 liters per day at a temperature equal to or higher than  $40^{\circ}\text{C}$  can be obtained . This condition can be continuously attained unless the heater is discharged after the sunset.



load condition , is as follows:

Model	Max.Temp °C	Time (p.m. )
(1)	48	2
(2)	44.5	2
(3)	53.5	4
(4)	53.5	2

2- Water temperature just before sunshine of the second day without discharging water, is as follows:

Model	Without Night Cover	With Night Cover
	°C	°C
(1)	33	40
(2)	29	38
(3)	42	46
(4)	36	45

3 - The theoretical overall efficiency at no load conditions is as follows :

Model	Without Night Cover	With Night Cover
(1)	36%	46%
(2)	27%	42%
(3)	43%	56%
(4)	50%	59%

From the last theoretical analysis it can be concluded that :

- 1 - For such type of solar heater , double glazing has a negative effect on the performance . This is due to the small difference between the absorber plate and the ambient temperatures while the positive effect of the double glazing can be only obtained at high temperature difference . .
- 2 - The insertion of an insulating baffle plate results in a considerable increase of the heater efficiency . This is due to the decrease of the convection losses and the improvement of water natural circulation as mentioned before.
- 3 - The use of night cover results in a sharp decrease of the night losses and consequently the over-all efficiency is increased .

It must be noticed that during the theoretical comparison between the different models , the effect of

the corrugated absorber and the solar reflector are not considered . These effects will be experimentally evaluated.

## DESCRIPTION OF MODIFIED HEATER

It was shown from the theoretical analysis that a considerable improvement of the heater performance can be obtained by the use of a baffle plate and a night cover . A heater with all of the proposed modifications is designed and constructed as shown in Fig.(9). The night cover is made of fiber glass casing filled with soft fiber glass of thickness of 70 mm . Its inner surface , facing the glass cover , is lined with aluminum foil of high reflectivity ( about 0.8) . It is equipped with a rack for the adjustment of its tilt angle during different months . The energy input to the absorber with and without the reflector and the optimum tilt angle at different months are calculated and represented in Figs. (10) and (11) receptively<sup>[8]</sup>. An insulating baffle plate made of hard fiber glass thickness of 10 mm is inserted under the corrugated absorber plate which is made of a corrugated GI of a thickness of 1 mm. The effect of the absorber plate corrugation on the collector efficiency under climatic conditions of Cairo is shown in Fig. (12)<sup>[7]</sup> . The walls of the tank are made of GI of a thickness of 1.2 mm. The heater is glazed with a normal glass of a thickness of 4mm and externally insulated with fiber glass of a thickness of 70 mm .

A set of thermocouples are inserted inside the tank as shown in Fig (9) and connected to a Philips multi-channel recorder . Solar radiation is measured and recorded by means of a solar sensor Dp - 100 connected to Dp Solar Recorder .

It was mentioned in the introduction that this type of heaters is suitable to be used in certain areas but due to that the experimental work in this paper is conducted in Cairo , hence, Figs. (10,11&12 ) are constructed according to the climatic conditions of Cairo .

## EXPERIMENTAL PROCEDURES AND TEST RESULTS

Two sets of experiments are conducted to evaluate the performance of the modified heater as follows :

### No Load Tests

The following no load tests are carried out :

- 1 -The heater is filled with tap water before sunshine and exposed to solar radiation for several successive days without discharging water . This procedure is continued until the difference between the maximum

the system rigidity of the corrugated absorber is more rigid than the flat ones .

- \* An insulating baffle plate is inserted between water and the absorber which results in the enhancement of the thermosyphon circulation inside the tank .This is due to the presence of the V-troughs between the corrugated absorber and the baffle plate. From another point of view it has the advantage of decreasing the thermal losses specially during the night.
- \* A night insulating cover is used to minimize the sever night losses of this type of heaters.
- \* The inside surface of the night cover is lined with reflecting material to be used as a solar reflector during day time. This will result in considerable increase of the incident solar energy on the absorber<sup>[8]</sup>.

The proposed system of rectangular shape is theoretically analyzed , designed , constructed, and experimentally investigated.

Some of the previously studied models with single and double glazing are shown in Figs. (1&2). The proposed modified type with single and double glazing are presented in Figs (3&4). A theoretical analysis is carried out using a mathematical model for the energy balance of the different components of each type .

For the case of model (1) , shown in Fig (1), The energy balance equations during the heating phase , are written in the following form :

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_g &= \alpha_g I + hc_{a,g} \cdot (t_a - t_g) \\ &+ hr_{p,g} \cdot (t_p - t_g) - hc_{g,a} \cdot (t_g - t_a) \\ &- hr_{g,p} \cdot (t_g - t_p) \end{aligned} \quad [1]$$

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_p &= \tau_g \cdot \alpha_p \cdot I - hc_{p,s} \cdot (t_p - t_s) \\ &- hr_{p,g} \cdot (t_p - t_g) - hc_{p,w} \cdot (t_p - t_w) \end{aligned} \quad [2]$$

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_w &= hc_{pw} \cdot (t_p - t_w) \\ &- \{1/[(1/hc_{w,i}) + (\delta/K)_i]\} \cdot (t_w - t_a) \end{aligned} \quad [3]$$

For model (2) the same principles are used by considering the energy balance in the case of double glazing .

The same principles are also used for the energy balance during night in the cases of either the uncovered or the covered heaters .

The energy balance equations during the heating phase of the modified model (3) , shown in Fig. (3) , are written in the following form :

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_g &= \alpha_g I + hc_{a,g} \cdot (t_a - t_g) \\ &+ hr_{p,g} \cdot (t_p - t_g) - hc_{g,a} \cdot (t_g - t_a) \\ &- hr_{g,p} \cdot (t_g - t_p) \end{aligned} \quad [4]$$

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_p &= \tau_g \cdot \alpha_p \cdot I - hc_{p,s} \cdot (t_p - t_s) \\ &- hr_{p,g} \cdot (t_p - t_g) - hc_{p,w1} \cdot (t_p - t_{w1}) \end{aligned} \quad [5]$$

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_{w1} &= hc_{p,w1} \cdot (t_p - t_{w1}) \\ &- (K/\delta)_b \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \cdot (1-R) \\ &- hc_{w1,w2} \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \cdot R \end{aligned} \quad [6]$$

$$\begin{aligned} [M.C.(dt/d\theta)]_{w2} &= hc_{w1,w2} \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \cdot R \\ &- \{1/[(1/hc_{w2,i}) + (\delta/K)_i]\} \cdot (t_{w1} - t_a) \\ &- (K/\delta)_b \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \cdot (1-R) \end{aligned} \quad [7]$$

where  $R = A / A'$

For the case of Model (4) which is of double glazed as shown in Fig. (4) , and for the case of the night losses of the covered and uncovered heaters , the same principles are also used by considering the effect of the double glazing and the night cover .

The equations of the different models are numerically solved under the climatic conditions of Hyrghada , Sidi-Barani , Abu-Rudies in Egypt during winter season. Those locations are the most suitable areas for the use of such type of heaters .

The obtained results are represented graphically in Figs. (5-8) for the different previous models each of a capacity of 100 liters at no load condition . The rectangular aperture area is one square meter while the storage depth is 0,1 m . This depth is recommended by the previous researchers. <sup>[1,2&3]</sup> In the mentioned locations, the average daily solar energy input to a plate tilted with an angle equal to the latitude of the location, in winter season, is about 20 MJ / m<sup>2</sup> / day. The average ambient temperature is 15 - 20 °C while that of the tap water temperature is 18 - 20 °.

From these results it can be seen that :

- 1 - Maximum value of water temperature , during day time , and the time at which it can be obtained at , no



# THEORETICAL ANALYSIS AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A MODIFIED COMPACT SOLAR WATER HEATER

By  
W.H.Tadros\*

## ABSTRACT

A simple and compact solar water heater is modified, theoretically analyzed, constructed and experimentally evaluated. The modifications comprise the use of a corrugated absorber, insertion of a baffle plate in addition to the use of a night insulating cover. This cover is also used as a solar reflector during day time. The corrugated absorber and the reflector increase the input energy to the heater absorber. The baffle plate and the night cover decrease the thermal losses. As a result an efficient solar water heater is presented.

Adequate amount of hot water at a temperature of 50 - 57 ° C can be easily obtained in winter season. The test results of the modified heater showed better performance than that given in the literature. The design features of this modified heater permit the portability and the simplicity of manufacturing and erection.

The modified heater is suitable to be used when hot water is required during a part of the day and not required all over the year such as camping requirements.

## INTRODUCTION

Conventional domestic solar water heater of a separate collector and a storage tank is widely used. It has been theoretically and experimentally investigated by many researchers to a great extent. Although it is of relatively high performance, it suffers from low solar fraction and high thermal losses in winter. This is due to the low level of solar radiation and the big difference between the absorber and the ambient temperatures during this season.

In some areas such as tourism zones and villages, summer beaches and camping areas, hot water of moderate temperature and low intermittent daily consumption is needed. In these areas, water heaters may be only used for few months during the year. In this case the conventional solar heaters will be of lower cost effectiveness and the use of a built-in storage solar water heater will be more economically feasible.

Compact solar water heaters of built-in-storage type of different configurations have been proposed and investigated by some researchers<sup>[1-5]</sup>. Those types of solar water heaters have the advantages of low manufacturing cost and small thermal losses during the day time. The drawback of those heaters is the large night losses. As a result it was recommended that hot water required from that type of heaters should

be discharged during the period from the noon time to the sunset.

In this paper some modifications are carried out on a model of a built-in storage solar water heater. The main object of these modifications is to improve the system performance during heating phase and to minimize the night losses. It is taken into consideration that the modifications can be executed with minimum increase of the manufacturing cost. The system is theoretically analyzed and experimentally evaluated.

## THEORETICAL ANALYSIS

The modified system is of box type similar to that studied by Hamdan & Jubran<sup>[1]</sup> and Avram<sup>[2]</sup> shown in Figs. (1-2) with some modifications. The proposed modifications are as follows:

- \* The top of the tank which functions as an absorber is made of corrugated sheet instead of the flat ones used in the previous heaters. The use of such absorber results in an increase of the transferred energy to water due to the increase of the contact area between water and the absorber. In addition to that, the corrugated absorber receives more solar energy than that received by flat ones<sup>[6&7]</sup>. On the other hand,

\* National Research Centre, Solar Energy Department, Dokki, Cairo, Egypt

Table 1- Effect of increasing wind turbine rated power on system NPV and percentage of CO<sub>2</sub> reduction

Diesel Power (kW)	Battery Capacity (Ah)	Wind Power (kW)	Short-age (%)	NPV (10 <sup>4</sup> *L.E.)	CO <sub>2</sub> (kg)	Δ CO <sub>2</sub> (%)
60	200	0	0	70.4	306832	0
55	200	10	0.1	73.3	281444	8
55	200	20	0	74.8	256778	16
55	200	30	0	79.3	231317	25
55	200	40	0	77.4	206183	33
50	200	50	0	78.3	189586	38
50	200	60	0	77.5	172666	44
50	200	70	0	75.1	159903	48

Table 2- Effect of increasing photovoltaic power on system NPV and percentage of CO<sub>2</sub> reduction

Diesel Power (kW)	Battery Capacity (Ah)	PV - Power (kW)	Short-age (%)	NPV (10 <sup>4</sup> *L.E.)	CO <sub>2</sub> (kg)	Δ CO <sub>2</sub> (%)
55	200	10	0	52.2	288756	6
55	200	20	0	37.3	273146	11
55	200	30	0	21.2	251591	18
55	200	40	0	3.8	233797	24

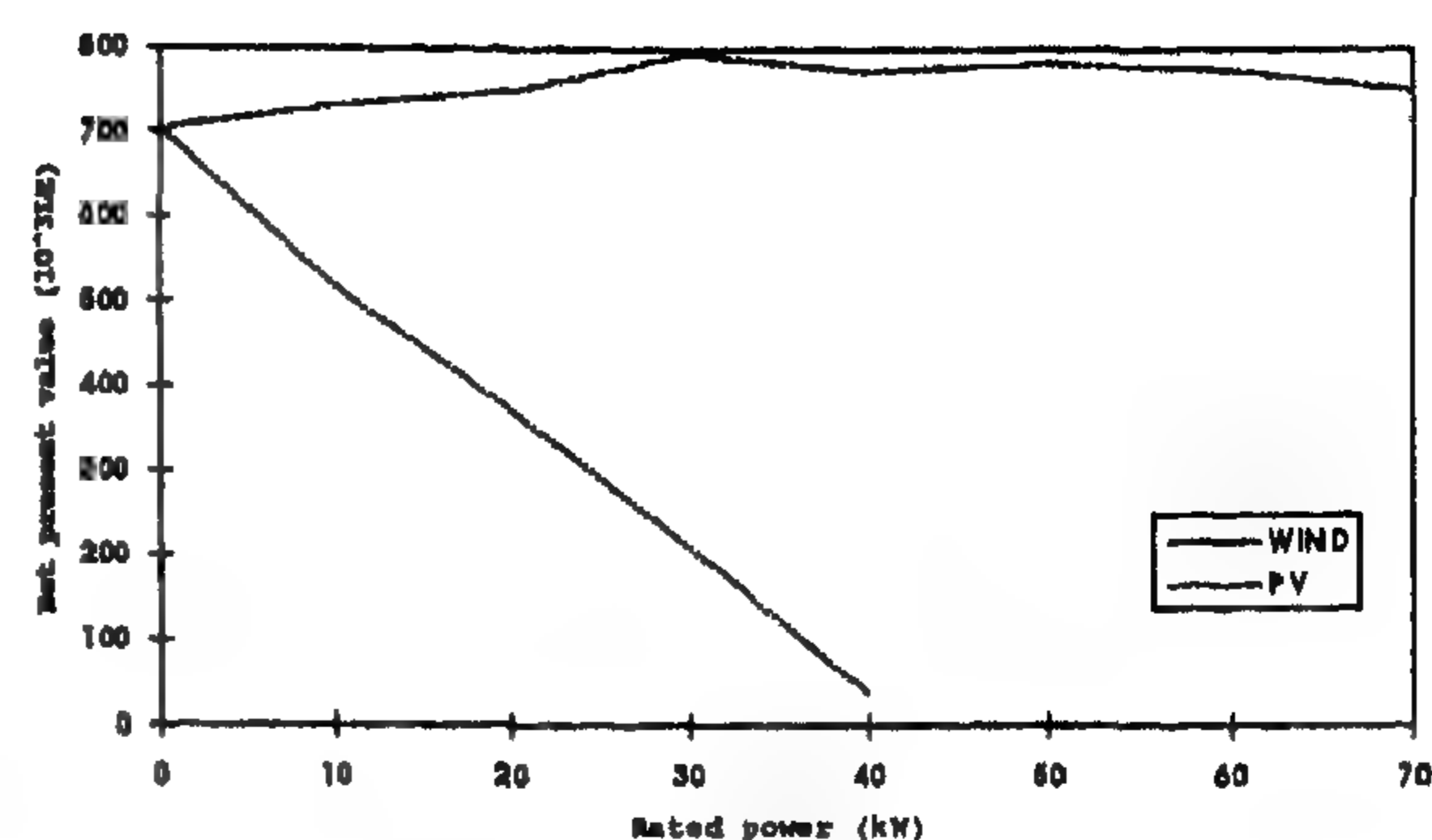
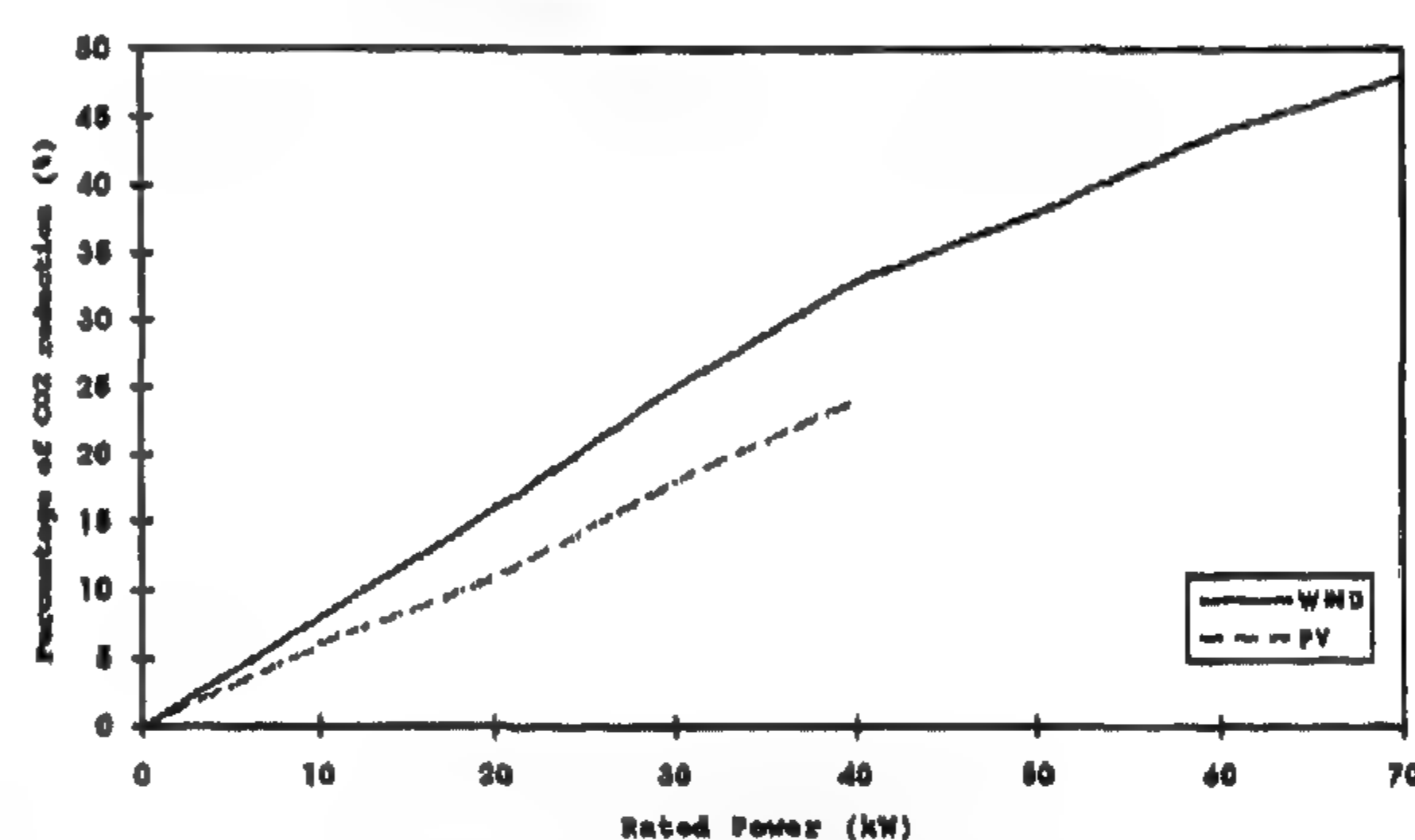


Fig. 3. Effect of increasing wind turbine and photovoltaic power on the system NPV

Fig. 4. Effect of increasing wind turbine and photovoltaic power on the the percentage of CO<sub>2</sub> reduction

## REFERENCES

- [1] Jain, R. K., Urban, L. V., Stacey, G. S. and Balbach, H. E., "Environmental Assessment", McGraw-Hill, Inc.(1993).
- [2] Walley, J., and Wigle, R.," The Effects of Alternative Policy Approaches", The Energy Journal, Vol.12, No.1 pp.109-124, (1991).
- [3] Manne A.S. Richels R.G., " The Cost of Reducing U.S. CO<sub>2</sub> Emissions-Further Sensitivity Analysis." The Energy Journal, Vol.11, No.4, pp.69-78, (1990).
- [4] Hogan W.W. " Comments on Manne and Richels:Co<sub>2</sub> Emission Limits:An Economic Analysis for The USA". The Energy Journal, Vol.11, No.2, pp.75-85, (1990).
- [5] Williams R.H. "Low-Cost Strategies for Coping With CO<sub>2</sub> Emission Limits." The Energy Journal, Vol.11 No.4 pp.35-59,(1990).
- [6] Hohmeyer O. " Renewables and the Full Costs of Energy", Energy Policy, April, pp. 365-374, (1992).
- [7] Abdel-Fattah A.I. ," Theory of Combustion Engine ", Second Edition, Dar El-Maaref, Cairo , Egypt, (1986). (Arabic).
- [8] Duffi J.A., Beckman W.A., " Solar Engineering of Thermal Processes", Second Edition, Wiley Interscience, New York, (1991).
- [9] El-Mallah, A.A., Shalaby, M.A., Badr, M.A., " A Model to Estimate Wind Power at Selected Sites in Egypt", J. of The Egyptian Society of Engineers, Vol. 27 No.2, pp. 73-82, (1988).



emitted is represented by the percentage of CO<sub>2</sub> reduction which is defined as:

% CO<sub>2</sub> =

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ emitted of w/s/d/b} - \text{CO}_2 \text{ emitted of diesel only}}{\text{CO}_2 \text{ emitted of diesel only}} \times 100$$

The economical data used in the calculation is as follows:

- Fuel price is 0.4 LE/lit, with an escalation rate of 10%
- Discount rate 10% .
- Land, construction and control unit assumed cost 90000 LE.
- Electricity price 0.25 LE/kWh, with an escalation rate of 10% .
- Purchase price of energy generators:
 

Wind turbine	4000	LE/kWh installed
Photovoltaic	16500	LE/kWh installed.
Diesel engine	1065	LE/kWh
Storage battery	3	LE/Ah ( 2 volts cell).

## SIMULATION EXPERIMENTATION AND RESULTS

Using different diesel engine, wind turbine, photovoltaic rated power, and two values for the battery capacity, a set of preliminary simulation experiments (each of three replicates) are performed on a PC-486 computer to define the feasible range. Percentage of shortage hours (defined as number of shortage hours/number of hours per year) is calculated to evaluate the feasibility of the experimented system configuration. Figure 1 illustrates the relation between the system NPV and the amount of CO<sub>2</sub> emitted for different W/D/S/B system configurations. The results of these experiments show two sets of points. The first set represents W/D/B system where wind turbine rated power ranges between 20 and 70 kW, diesel engine power in the range of 50 to 70 and battery capacity of 100 and 200 Ah. The second set of points represents system with photovoltaic contribution within the range 20 to 40 kW. Figure 2 shows the relation of NPV of the same experimented system configurations and other emitted pollutants (CO, CH, and NO<sub>x</sub>)

Proceeding from the preliminary stage, two groups of experiments are conducted. The first represents the introduction of wind turbine with different rated power into a diesel-battery system, providing that percentage shortage is at minimum permissible limit (table 1). Second set of experiments is performed to study the effect of combining photovoltaic arrays instead of wind turbine (table 2). Figure 3 exhibits the effect of

introducing wind turbine and photovoltaic arrays in the diesel system on NPV, while Figure 4 shows the effect of their combination into the diesel engine on the percentage of CO<sub>2</sub> reduction.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

It is a well known fact using renewable energy sources is an effective way to reduce the pollutants emitted from fuel burned in energy generators. From figure 2 it is shown that wind/diesel systems are the most suitable integrated systems to support an electrical load increasing system NPV while decreasing CO<sub>2</sub> emitted as:

- Optimum NPV detected is that reached for a wind to diesel power ratio of 0.55.
- A 50% CO<sub>2</sub> reduction could be reached without reducing the NPV of the W/D/B/ system than that of diesel generator alone.

Although the combination of photovoltaic generators with a diesel battery system causes a dramatic decrease in the NPV, figure 2, there is a chance of fair evaluation if the gross social benefits of electricity generated are added.

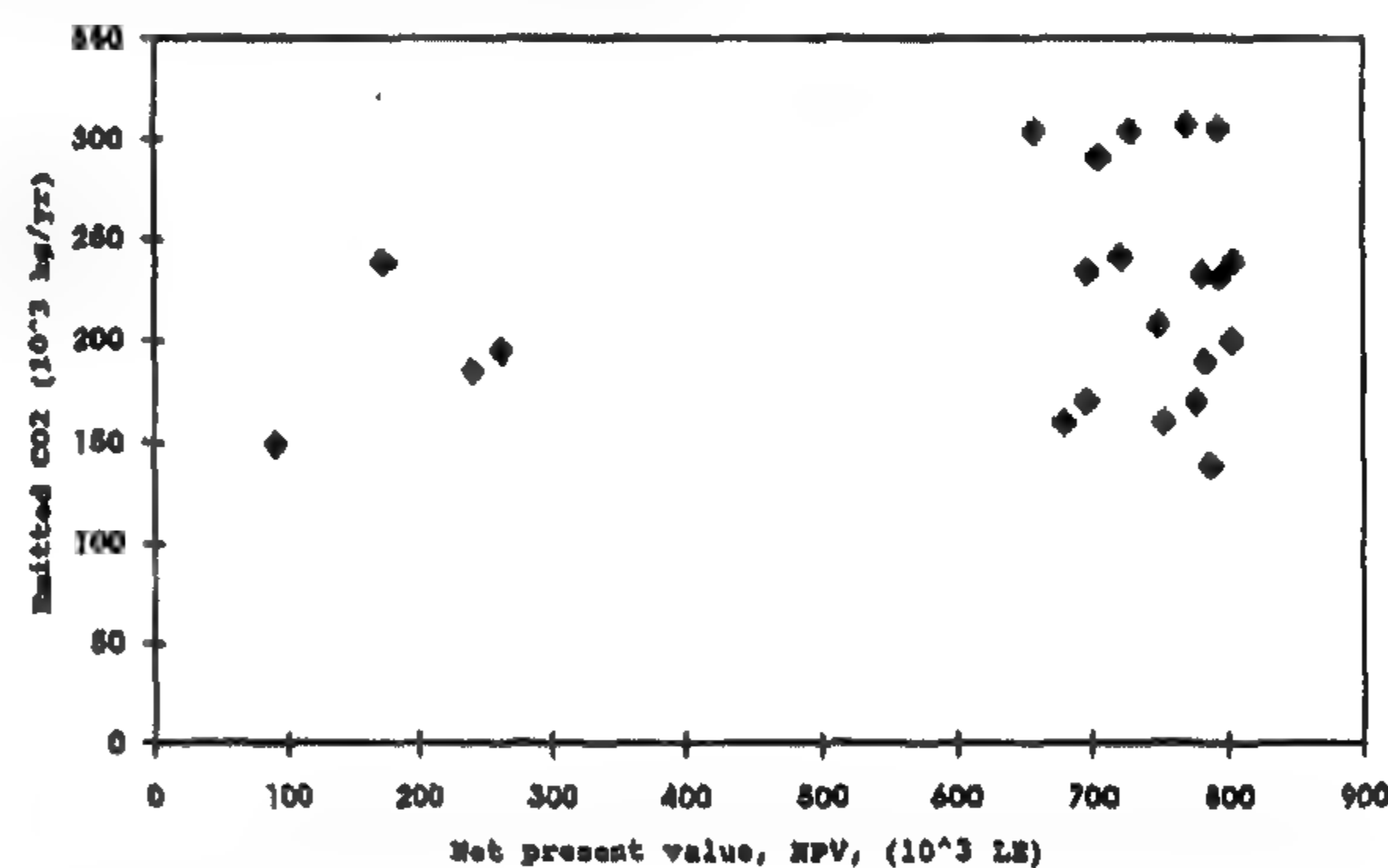


Fig. 1. Relation between NPV and emitted carbon dioxide for different system configurations

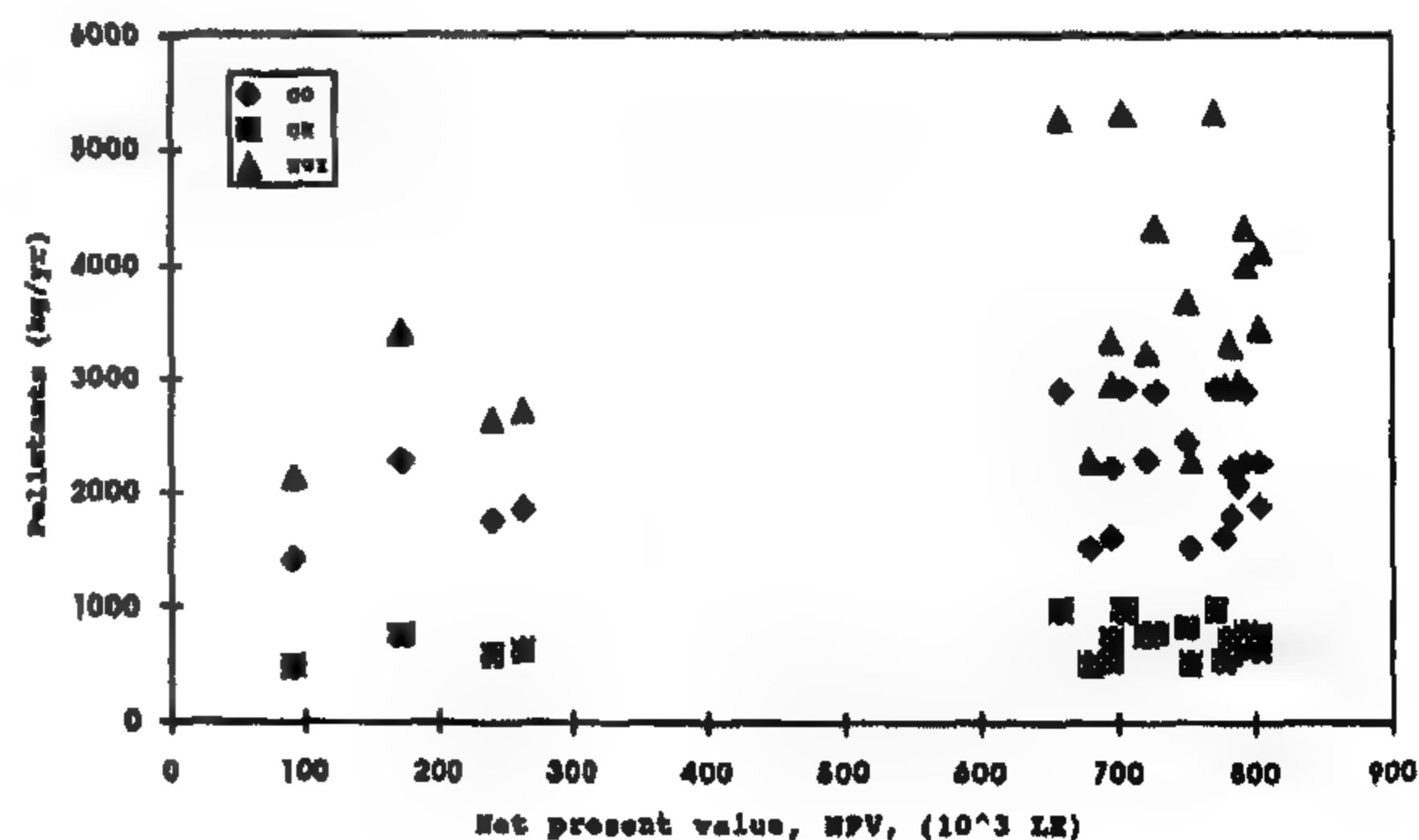


Fig. 2. Relation between NPV and emitted pollutants(CH,CO, NO<sub>x</sub>) for different system configurations



emission limits are tightened. Thus even high cost renewable would become the marginal source of electricity supply.

The results deduced by Manne and Richels, aroused a lot of discussions. One of the first comments was that Global 2100 ignored the benefits of reduced CO<sub>2</sub> emission avoiding the costs of externality damages, Hogan [4]. The author mentioned the implicit carbon tax estimated by Manne and Richels with the optimal carbon tax put by Nordhouse which was of \$3/ton, with CO<sub>2</sub> reduction of 10% to 25%, respectively from uncontrolled emission level. BY contrast, Manne and Richels, considering the costs but not the benefits, estimate an implicit tax of \$250/ton for a 20% reduction from 1990 emission levels, which amounts to nearly a 90% reduction from uncontrolled level, although the 20% does not represent the extreme case that the US Environmental Protection Agency suggested. Hogan also objected to the optimal time path of controls. Another criticism stated by Williams showed that the options for reducing CO<sub>2</sub> emissions are much broader than those considered by Manne and Richels [5]. The discussion of other options (not necessarily commercially successful) lead to the possibility that the minimum CO<sub>2</sub> emission penalty estimated (which is 1% of the consumption) is too high.

Based on a narrow definition of costs, renewable energy sources are normally considered to be an expensive alternative source. Cost comparisons usually just take into account the so-called internal cost elements involved in the production and distribution of the product. Other cost elements which are paid for by third parties not involved in the production or consumption, are not considered in standard cost comparisons normally referred to as external or social costs.

The term social costs has been introduced to refer to the damage done to forests, the consequences of massive global warming due to anthropogenic emissions of greenhouse gases, or the health impacts of major nuclear reactor accidents such as Chernobyl; Hohmeyer[4]. No energy consumer is charged for any of these costs, which result from the usage of conventional energy sources. Thus, the apparent cheap energy sources may be rather expensive to society. The main obstacle in calculating the real costs of renewable energy lies in the difficulty to quantify many of the harmful effects of the conventional energy sources and to put monetary values on them. Hohmeyer [6] stressed the fact that although the latest computer models allow the possibility to come up with some first quantification

of probable global temperature rises, a sound analysis of the damage incurred and their expected costs seem presently impossible. The researcher focused his study on the comparison of conventional electricity generation based on fossil and nuclear fuels with wind energy and photovoltaic applied in Germany. The author tried to cover some areas such as depletion costs of non-renewable resources, structural macroeconomic effects and subsidies, but a number of effects have not been quantified for scarcity of empirical data. When the quantified social costs of conventional energy systems for the production of electricity based on fossil fuels are totalled and standardized for the production of 1 kWh, gross social costs in the range of .03 to 0.16 DM/kWh result. For the electricity generated in nuclear reactors, gross social costs in the range of .1 to .7 DM/kWh result. Considering the social benefits of electricity generated by wind energy it is found to be in the range .05 to .28 DM/kWh. The sum of net social benefits for photovoltaic electricity supplied to the public grid lies between 0.06 and 0.35 DM/kWh.

## SIMULATION MODEL

A simulation model that represents the performance of a diesel generator supplying a specific load ( a small community with an average load of 47 , minimum of 30 and maximum of 67 k) was built. The hourly load , generated randomly using suitable generator, is supplied at first by the diesel generator alone. Hourly fuel consumption is estimated and the corresponding amounts of emitted pollutants are calculated as the expected amounts of CO<sub>2</sub>, CO, CH, and NO<sub>x</sub> are 3.15, 0.25, 0.03, 0.04 kg/kg of fuel consumed [7]. Economical performance of the system is estimated using Net Present Value (NPV) as an evaluation criterion.

To incorporate renewable energy generators in the simulation model of the diesel system, three modules representing small wind turbine, photovoltaic array, and a small lead acid battery as a storage media, are added to the simulation model. Daily average wind speeds and solar radiations are generated from the suitable monthly autoregressive-moving average (ARMA) models estimated for the site of application . The selected site which is on the northern coast of Egypt has a yearly average wind speed and solar radiation of 5.3 m/sec and 19.6 MJ/m<sup>2</sup>, respectively. Hourly average wind speeds are calculated using an hourly index for each month [8]. Hourly solar radiation is calculated using hourly to daily ratios [9] .

The effect of introducing renewable generators, wind turbine, and photovoltaic, on the pollutants



## EFFECT OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE REDUCTION OF CO<sub>2</sub> EMISSION

By

A. A. El-Mallah, K. A. Abed, and Mervat A. Badr\*

### SUMMARY

Combustion of fossil fuels is one of the main factors producing man made green house gases such as carbon dioxide and nitrogen oxides. The yearly emitted carbon dioxide, which is responsible for half of the problem, as a result of fuel combustion is about 21000 million tons. Being a clean source, the integration of renewable energy generators with conventional ones would reduce the rate of CO<sub>2</sub> as well as other pollutants such as carbon oxides, hydrocarbons (CH), and nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) emission. A simulation model is developed to study the performance of a wind / solar / diesel / battery (W/S/D/B) generating system supplying a small community with the required electrical energy. The amount of CO<sub>2</sub>, CO, CH, and NO<sub>x</sub> emitted for different system configurations are recorded together with the price/kWh of generated electricity. It is found that the supplied electricity could be achieved with W/D/B with a 30% CO<sub>2</sub> abatement and at a lower electricity price. CO<sub>2</sub> reduction is also possible using W/S/D/B system but at higher electricity price.

**KEY WORDS :** Renewable energy - CO<sub>2</sub> abatement Pollution - Electricity generation.

### INTRODUCTION

It is essential, now than ever, to focus on different sources of pollution as more attention is devoted to the environmental hazards.

Many researches studied the environmental impact of energy production and suggested different methods that could result in reducing air pollution and global warming. Although a number of scientists mentioned that dust and smoke, not CO<sub>2</sub>, are the cause of climate change and higher carbon dioxide levels may cause global cooling [1], others thought the opposite. Thus, some of the possible international effects which could result from attempts to achieve CO<sub>2</sub> cutting are discussed by Walley & Wigle [2]. The most direct way of the alternative approaches to cutting emissions would be to have all countries agree to reduce their own emission by a nominated percentage (20%). An alternative would be to agree on the reduction of the emission to an equal per capita amount so as to reduce total emissions by the required percentage. Taxes could be another solution, and they could be applied to either fossil fuel use or production. A model to evaluate the possible effects of alternative CO<sub>2</sub> emission cuts is introduced.

With carbon constraint, and in the absence of an economical CO<sub>2</sub> removal capability or a low cost carbon-free alternative, the options for meeting electricity demand are severely limited. Reduction of

pollutants resulted from electrical (or non - electrical) energy production could be achieved, either by raising the efficiency of energy conversion or by using new power generation technology which has lower carbon emission coefficient such as natural gas, coal gasification, renewable sources, and advanced nuclear technology. A cost benefit analysis of alternative methods of controlling CO<sub>2</sub> emissions was provided by Manne & Richels [3]. They used an analytical framework, called Global 2100, which is designed to evaluate CO<sub>2</sub> energy economy interactions and estimate the cost of carbon emission limits. Illustrating the capabilities of their model, they calculated the economic costs of restricting the carbon emissions to their 1990 rates (1.37 million tons) through 2000 which is equivalent to 20% reduction and to reach 80% at 2100.

Investigating five different possible energy supply scenarios, they concluded that by 2030 roughly 5% of total annual macro economic consumption is lost as a consequence of the carbon constraint in U.S.A. Adding all the years from 1990 through 2100, the present value of these losses would be \$3.6 trillion discounting to 1990 at 5% per year. So if the option is to impose a uniform tax upon the activities responsible for carbon emissions, it would be about \$29/ton of carbon for the most constrained scenario. This would rise sharply as

\* Mech. Engineering Dept., National Research Centre Tahreer st.,  
Giza, Egypt, Postal No.123111

**REFERENCES :**

- 1- M.A.M . Shallot 'Egyptian Solar Radiation Atlas ', New and Renewable Energy Authority , Ministry of Electricity and Energy , Cairo , Egypt , 1991.
- 2- G.O.G. Lof, "Performance of Swimming Pool Heaters Transparent Cover Type "Proceedings of the Annual Meeting , A Section of the International Solar Society, Orland, Fla , USA, June 1977 .
- 3- E.R.G. Eckert, " Heat and Mass Transfer", Mc Graw - Hill , New York , 1959 .
- 4- B.F. Gebhart , "Heat Transfer", Mc, Graw - Hill , New York, 1961 .
- 5- S.P. Sukhatme , " Solar Energy Principles of Thermal Collection and Storage ", Tata Mc. Graw - Hill , New Delhi, 1981 .
- 6- F. Kreith , "Principles of Heat Transfer", 3rd Ed., Intext Educational Publishers , New York , 1977.
- 7- J.A. Duffie and W.A. Beckman , " Solar Energy Thermal Processes ", Jon Wiely , New York , 1981 .
- 8- R. Almanza and J. Lara , "Energy Requirement for a Swimming Pool through Energy Balance ", Solar Energy , Vol. No. 1 , 1994 , PP. 37-39.
- 9- R. Talwar , "A Guide to Collector Sizing System Design Consideration for Solar Swimming Pools Heating in Florida ", FSEC 77-9, Florida Solar Energy Center , October 1997.



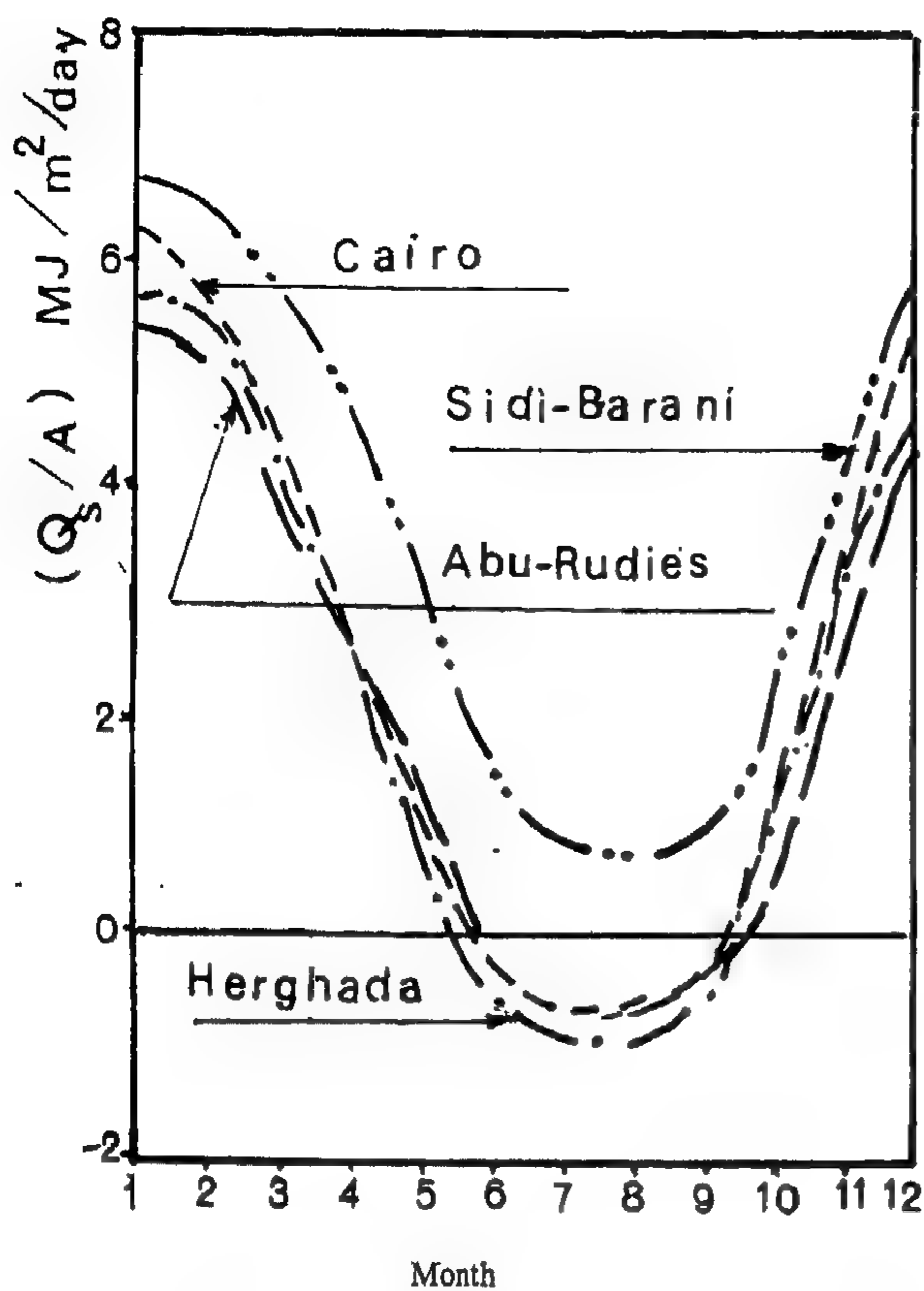


Fig. 3- Daily radiation losses to the surroundings

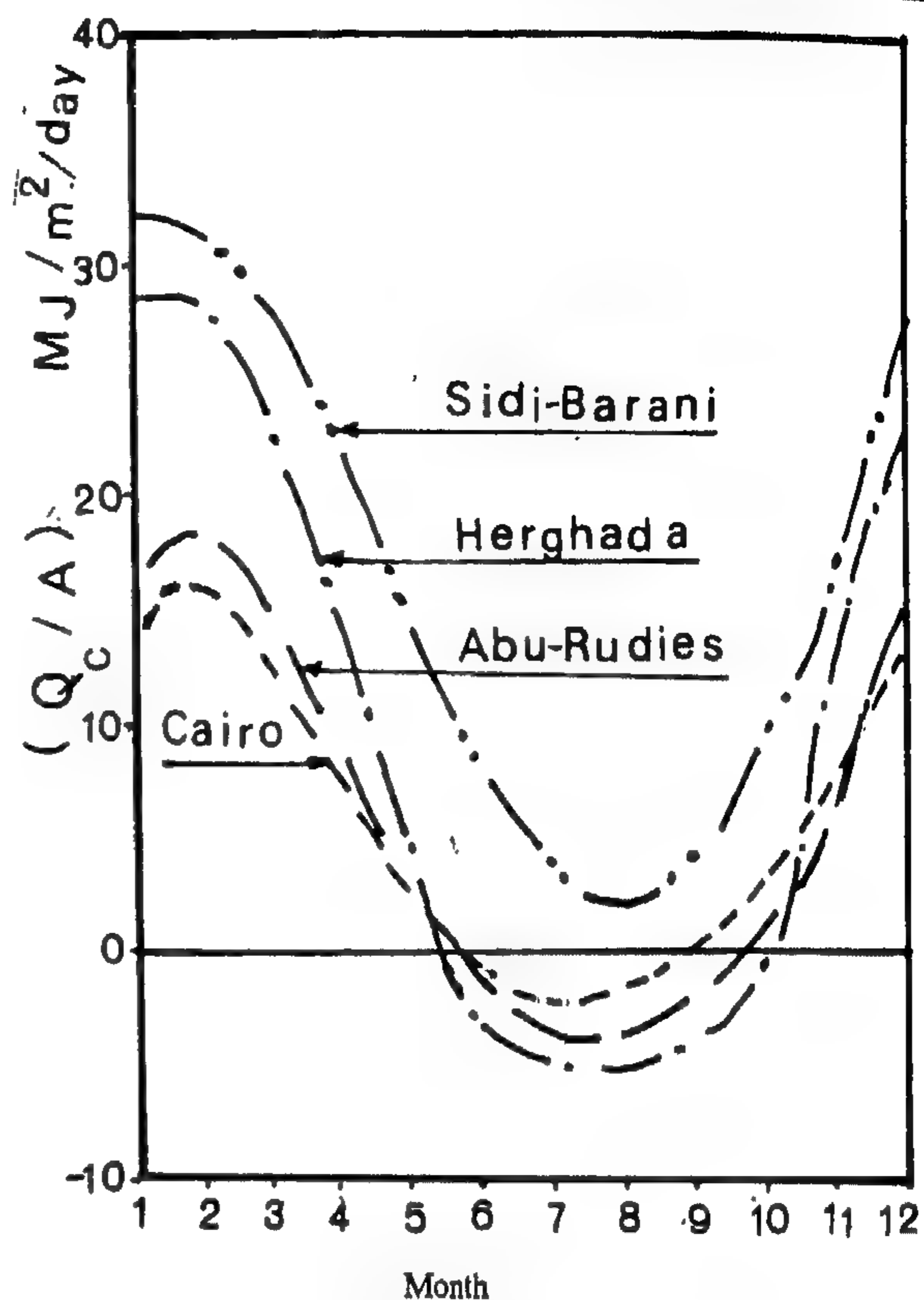


Fig. 5- Daily convection losses

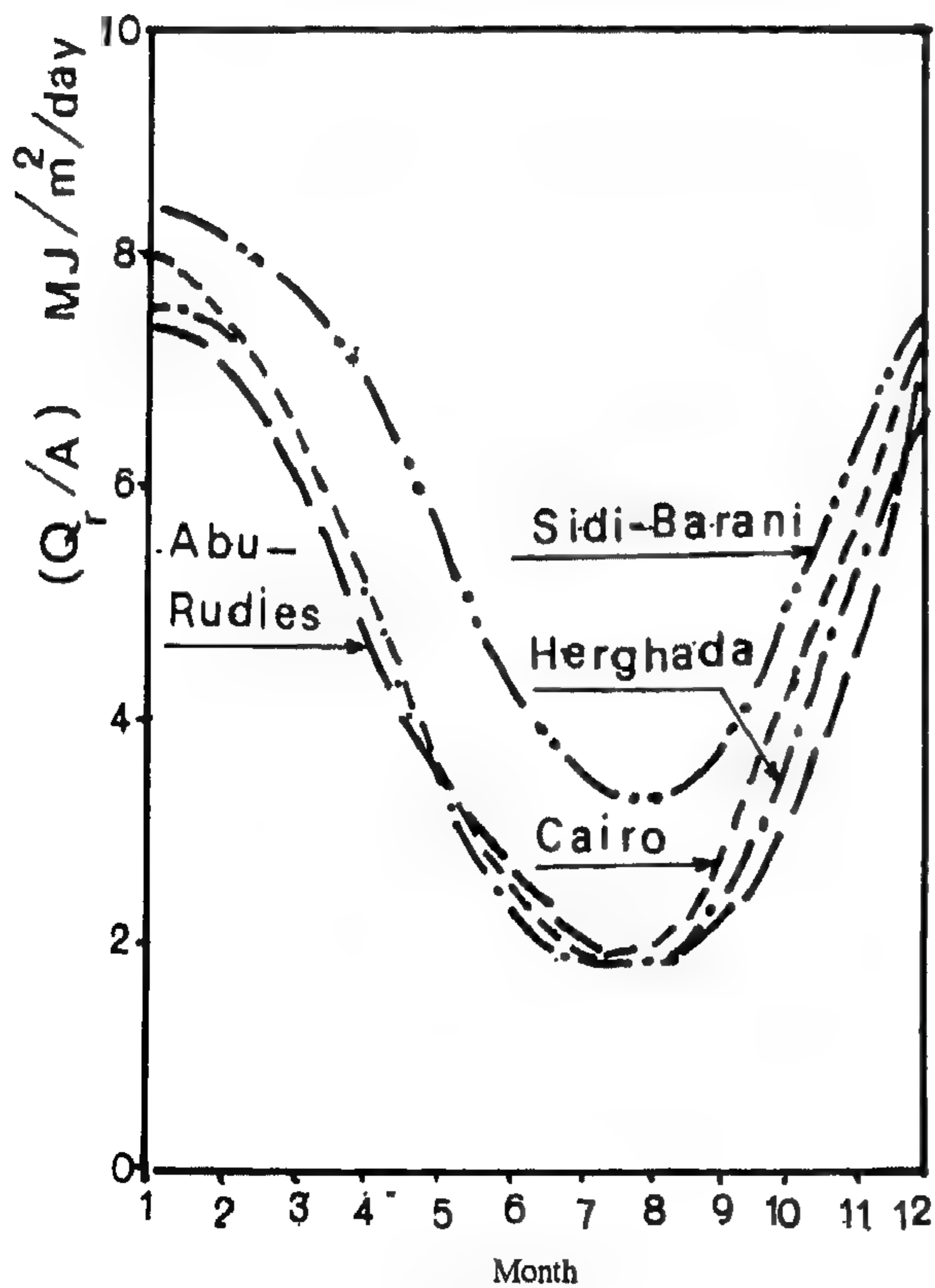


Fig. 4- Daily radiation losses to the sky

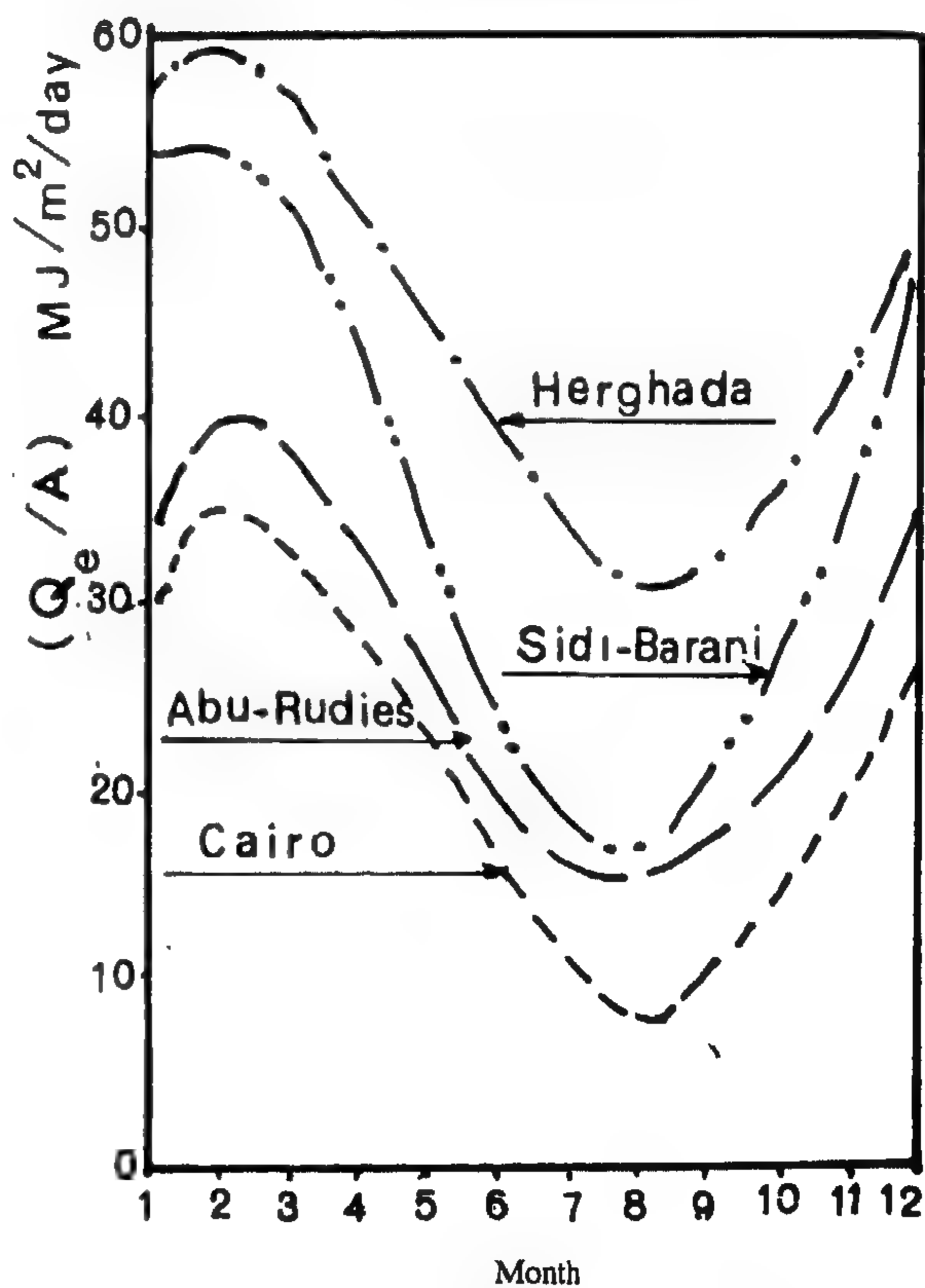


Fig. 6- Daily evaporation losses

components of the thermal losses is as follows :

Evaporation losses	58%-70% $\approx$ 64 % of the total losses
Convection losses	15%-25% $\approx$ 20 % of the total losses
Radiation losses to the sky	7%-13% $\approx$ 10 % of the total losses
Radiation losses to the surroundings	5%-7% $\approx$ 6 % of the total losses

5- To reduce the thermal losses from the pool , a transparent cover may be used . This cover will eliminate the evaporation losses which are the largest component of the thermal losses . In addition to that, about 10% of the convection losses will be cancelled (9) . If the pool is covered for 20 hours per day the area ratio ( $A_c/A$ ) will be in the order of the third of that of the uncovered pool. It must be taken into consideration that the use of the transparent cover results in a decrease in the input energy due to its transmissivity , but the decrease of the input energy is much lower than the saved energy due to the decrease of the thermal losses .

## CONCLUSION

- 1- The discussed methodology can be used in calculating parameters needed in designing the solar heating systems for the swimming pools . To achieve that complete climatic conditions data of the pool location, the pool dimensions, and the target temperature must be available .
- 2- Heating of the swimming pools is required during a certain period of the year . During the other periods the solar system should be used for other purposes; otherwise it must be of low cost .
- 3- The major component of thermal losses in the swimming pools is the evaporation losses . It can be eliminated by covering the pool with a transparent cover when it is not in use . It has small effect on the other components of the thermal losses. On the other hand it prevents small part of incident solar radiation on the pool, but this part is very small compared to the eliminated evaporation losses .

4- If the pool is used for 4 hours and covered for 20 hours per day the required collector area will be in the order of the third of that when the pool is not covered allover the day .

## NOMENCLATURE :

a	Water absorptivity	
A	Swimming pool surface area	m <sup>2</sup>
A <sub>c</sub>	Collector area	m <sup>2</sup>
C	Sky cover (Cloudiness factor )	
C <sub>p</sub>	Water specific heat	KJ/Kg °C
e	Water emissivity	
h <sub>c</sub>	Connective heat transfer coefficient	W/m <sup>2</sup> . °C
N	Warming up period	days
P	Atmospheric pressure	Pa
P <sub>a</sub>	Vapour pressure in the air	Pa
P <sub>w</sub>	Vapour pressure in water	Pa
q	Global solar radiation on horizontal surface	MJ/m <sup>2</sup> / day
q <sub>t</sub>	Global solar radiation on the collector surface	MJ m <sup>2</sup> / day
Q <sub>a</sub>	Heat gained from atmosphere	MJ/ day
Q <sub>c</sub>	Convection heat losses	MJ/ day
Q <sub>e</sub>	Heat loss due to evaporation	MJ / day
Q <sub>h</sub>	Input solar energy to pool surface	MJ / day
Q <sub>r</sub>	Radiation losses to the sky	MJ/ day
Q <sub>R</sub>	Total energy required	MJ/day
Q <sub>s</sub>	Radiation loss to the surrounding	MJ/day
r	Water surface reflectivity	
R	Relative humidity	%
T <sub>a</sub>	Ambient air temperature	°C
T <sub>n</sub>	Natural temperature of the pool's water	°C
T <sub>s</sub>	Sky temperature	°C
T <sub>t</sub>	target temperature	°C
V <sub>w</sub>	Wind speed	m/s
η	Efficiency of the solar collector	
ρ	Water density	Kg/m <sup>3</sup>



relative humidity , and the solar radiation are the main affecting parameters on the natural temperature.

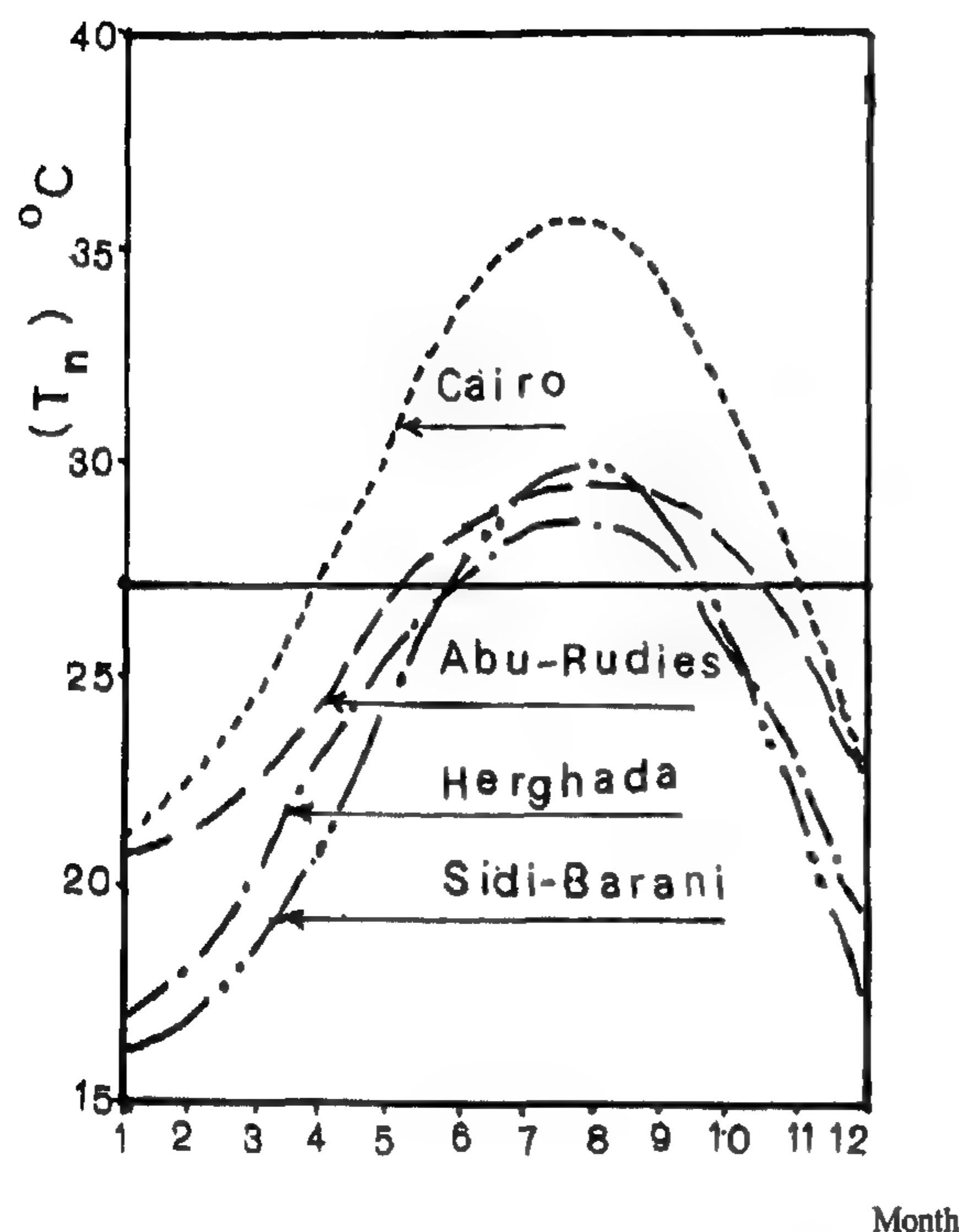


Fig. 1- Daily natural temperature

2- Figure (2) shows the daily values of the required energy to be added to the pools , at each month , to reach a target temperature of  $27^{\circ}\text{C}$  in the four selected sites. It is noticed that during some months , the required energy has negative or zero values which means that the natural temperature is higher than, or equal to, the required temperature . From this figure the following data is obtained :

I- The periods at which energy is required are as follows :

- |             |   |
|-------------|---|
| Cairo       | From January to April , and from November to December . |
| Sidi Barani | From January to June , and from October to December .   |
| Herghada    | From January to June , and from October to December .   |
| Abu-Rudies  | From January to May , and from November to December.    |

II- The maximum daily required energy to be added

to the swimming pools at the different sites is as follows :

- |             |   |
|-------------|---|
| Cairo       | 36 MJ/m <sup>2</sup> of swimming pool per day |
| Sidi Barani | 73 MJ/m <sup>2</sup> of swimming pool per day |
| Herghada    | 67 MJ/m <sup>2</sup> of swimming pool per day |
| Abu Rudies  | 38 MJ/m <sup>2</sup> of swimming pool per day |

III- From the last data and equation (17) it is found that the warming up period of the pools in the four locations ranges from one to three days depending on the climatic conditions and the performance of the used collectors .

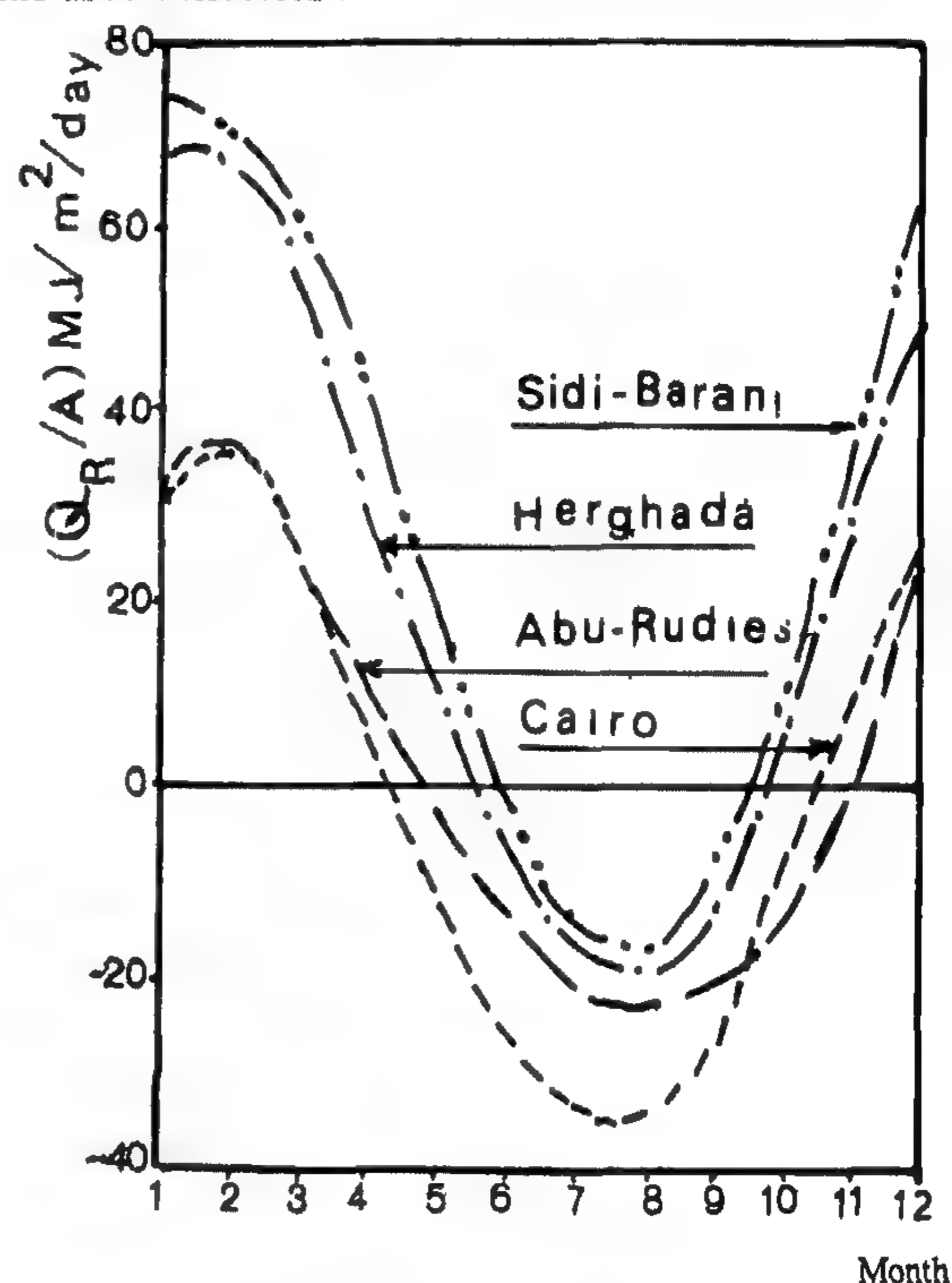


Fig. 2- Daily required energy

3- In the case of using solar collectors in swimming pools heating , the operating temperature of these collectors will be considerably low which results in increasing its efficiency. An efficiency in the range of 40% - 60% can be easily obtained depending on the design and the materials of the collector . From equation (18) it can be seen that the ratio between the area of the required collectors and that of the pool surface ( $A_c / A$ ) will be in the range of (3-5) depending on the climatic conditions of the location.

4- From Figs (3-6) it can be seen that the evaporation losses are the highest component of the thermal losses. The percentage ratio of the different

$$h_c = 5.68 + 3.78 V_w \quad (6)$$

The wind speed over the surface of the pool is considered to be equal to the third of the measured value in open space. This is due to the presence of trees and buildings around the pool. In addition to that, water surface is lower than the wall edge of the pool (9). The following equation is used to calculate the daily convective losses:

$$Q_c = 8.64 \times 10^{-2} \cdot h_c \cdot (T_n - T_a) \cdot A \quad (7)$$

The daily heat losses due to the evaporation of water from the pool surface depend on the ambient air relative humidity and temperature in addition to the convective heat loss coefficient. In the case of natural heating of the pool due to the direct absorbed solar radiation by water, it can be calculated by the following equations (8 & 9).

$$Q_e = 3.215 \times 10^{-3} \cdot A \cdot V_w \cdot (P_w - P_a) \quad (8)$$

where,

$$P_w = 217.15 \times 10^8 \text{Exp}[-4157 / (T_n - 239)] \quad (9)$$

$$P_a = (R / 100) (217.15 \times 10^8) \text{Exp}[4157 / (T_a - 239)] \quad (10)$$

The natural temperature ( $T_n$ ) of water for the swimming pool in monthly or weekly averages can be calculated from the following energy balance equation:

$$Q_h + Q_a = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e \quad (11)$$

The required temperature in the pool depends upon who is going to use it. For competitions, the temperature is in the range of 22 °C, while for recreation, 27 °C is the most adequate. Therefore, it is important to know which application is most important, then the required energy can be calculated. The above mentioned method is applied in the thermal analysis of the swimming pools constructed at the four selected sites in Egypt for a target pool temperature of 27 °C for a complete year. The calculated energy required to attain this temperature is used to design the solar heating system.

When the pool's water is heated by an energy source, like solar collectors, to rise its temperature from the natural temperature to 27 °C, the heat losses during this procedure is calculated as follows:

1 - The daily radiation losses to the surrounding, the radiation losses to the sky and convection losses can be calculated using equations (3-7) by substitution of  $T_i = 27$  °C instead of  $T_n$ .

2 - The daily heat losses due to water evaporation is calculated by the following equation which is different from equations (8, 9 & 10). This is due to the presence of artificial heating process (9).

$$Q_e = (6.48 \times 10^{-4}) \cdot A [3.53(Z)^{1/3} + 4.08 V_w (P_w - P_a)] \quad (12)$$

where,

$$Z = T_{wv} - T_{av} \quad (13)$$

$$T_{wv} = (T_i + 273.2) / [1 - 0.378 \cdot (P_w / P)] \quad (14)$$

$$T_{av} = (T_a + 273.2) / [1 - 0.378 \cdot (P_a / P)] \quad (15)$$

The daily total energy required to increase the pool temperature from its natural value to the target one and to maintain it for a long period can be calculated by the following equation:

$$Q_R = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e - Q_h - Q_a \quad (16)$$

The determination of the natural temperature  $T_n$  of the pool's water indicates the necessity of increasing the pool's temperature to reach the target temperature. The knowledge about the energy required to reach the target temperature throughout the year permits the choice of the design parameters of the suitable solar collectors panel which recover the thermal requirements.

The required time for increasing the pool temperature from its natural value ( $T_n$ ) to its target value ( $T_i$ ) can be calculated from the following relation:

$$N = \rho \cdot d \cdot C_p \cdot (T_i - T_n) / Q_R \quad (17)$$

The required area of the solar collectors are given by the following formula

$$A_c = Q_R / (\eta \cdot q_t) \quad (18)$$

## ANALYTICAL RESULTS AND DISCUSSION

Equations (1-18) are used to find out the natural temperature, the daily energy required to reach the target temperature and the different daily thermal losses of the swimming pools for the four selected sites. The obtained results from the computer program output are presented in Figs (1-6)

1 - From Fig (1) it can be seen that the natural temperature of the pool's water in Cairo is higher than those in the other sites. This is due to the climatic conditions of the selected sites shown in the appendix.

The wind speed, the ambient temperature, the



lower than the target temperature there is a surplus energy gain from the collectors. This energy is consumed in rising the pool temperature until it reaches its target value through few days. After that a stagnation condition occurs at which the energy input will be equal to the thermal losses, The pool temperature will be constant at its target value until the pool will be discharged and refilled with cold water.

This paper presents the thermal analysis of the solar heating of the swimming pools in different sites in Egypt. These sites are suitable for solar energy utilization, The thermal requirements and the warming up period are calculated in addition to the thermal loss analysis. The effect of the reduction of the thermal losses on the required area of the collectors panel is investigated.

### THERMAL ANALYSIS

A water impoundment in the swimmin of pool with  $180 \text{ m}^2$  of surface area and  $324 \text{ m}^3$  of volume are considered in four sites in Egypt, Those sites are Cairo. Herghada, Sidi Barani, and Abu - Rudies.

Those locations are chosen such that they represent sites of different conditions of operation. The pools are well exposed to solar radiation. They receive energy from the sun and surrounding atmosphere. At the same time energy is lost via radiation to the surroundings and sky, convection exchange to the surroundings in addition to heat losses due to water evaporation. For this reason water temperature changes during the day. This temperature is inversely proportional to the depth of pond. This property is called thermal inertia. The analysis is carried out using the designed computer program in basic by which the instantaneous solar radiation incident on any surface, located at any site, can be calculated. This program is based on input data of the climatic conditions obtained from the Egyptian Solar Radiation Atlas (1) in addition to the dimensions of the pool and the physical properties of water, This data is as follows:

- \* The latitude of the location.
- \* The monthly average values of the following parameters :
  - Daily solar radiation      - Ambient air temperature
  - Relative humidity          - Wind speed
  - Cloudiness factor          - Atmospheric pressure
- \* the surface area and the depth of the pool.
- \* The target temperature of swimming water.
- \* Water density, absorptivity, emissivity and reflectivity

The natural pool temperature can be calculated by an energy balance for each month of the year. This is done by equating the heat gains to the heat losses at the equilibrium pool temperature.

From the energy balance at the target temperature the required energy to increase the pool temperature to its target value can be obtained..

From the principles of thermodynamics and heat transfer, the daily heat gains and thermal losses can be is calculated using the following deduced equations (3,4 & 5).

#### 1 - Heat Gains :

The daily absorbed solar radiation by the pool surface is calculated using the following equation :

$$Q_h = a \cdot A \cdot q \cdot (1-r) \quad (1)$$

The daily heat gained from the atmosphere is expressed as :

$$Q_a = 4.41504 \cdot 10^{-14} \cdot (T_a + 273.2)^6 \cdot (1+0.17c^2) \cdot A \quad (2)$$

#### 2 - Thermal Losses :

The daily radiation losses, emitted by water to the sky, depend on the emissivity of water as well as ambient air conditions, It can be calculated by the following relation :

$$Q_r = 4.90752 \cdot 10^{-9} \cdot ([273.2 + T_n]^4 - [273.2 + T_s]^4) \cdot e \cdot A \quad (3)$$

The sky temperature is obtained using the following formula.

$$T_s = T_a - 6 \quad (4)$$

The radiation losses to the surroundings, depend on the difference between the pool and the ambient air temperatures in addition to the radiation heat transfer coefficient. When the radiating and absorbing surfaces temperature approach ambient temperature, and the radiating surface has a high emissivity, the radiation heat transfer coefficient was estimated by Kreith [6] to be  $5.68 \text{ w / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ , then the daily radiation losses to the surrounding can be given by the following equation:

$$Q_s = 0.490752 (T_n - T_a) \cdot A \quad (5)$$

Convection losses depend on the difference between the pool and the ambient temperature, in addition to the convective heat loss coefficient which is affected by the wind speed and given by the following formula : [7]



## THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR HEATED SWIMMING POOLS IN EGYPT

By

Wagih H. Tadros and Mohamed A. Eissa\*

### ABSTRACT

The thermal analysis of outdoor swimming pools located in Egypt at different locations is carried out. The selected locations are: Cairo, Sidi -Barani at Mediterranean , Herghada at Red sea and Abu-Rudies in Sinai . The analysis is carried out when these pools are heated using solar energy for a complete year .

A computer program in basic is designed to be used in the analysis of the heat gain and the thermal losses of the pools . The necessary input data for running this program is the climatic conditions of the location , the target water temperature , the dimensions of the pool, and the physical properties of water .

From the program output , different parameters are calculated such as , the natural temperature of the pool's water , the direct heat gained from the sun and atmosphere , the different modes of thermal losses, and the energy needed to attain the target temperature and maintain it for a long period .

From the analysis of the obtained results it is found that solar heating of the swimming pools in Egypt is required during certain period of the year . During the other periods, the natural temperature of the pool is equal to, or higher than the required temperature . During this period heating of the pool is not needed. It is also found that the major thermal losses occur due to water evaporation . This type of losses can be eliminated using a transparent cover for the pool , when it is not in use , which results in a sharp decrease in the required area of the solar collectors panel .

### INTRODUCTION

One of the important and promising uses of solar energy is the swimming pools heating . Swimming is an enjoyable form of exercise that provides relaxation and recreation. The number of swimming pools increases continuously . The potential market for cost effective pool heating systems is growing . A cost effective solar system , is an engineering goal .

When a solar system is operated , the collected energy is used to pay back the investment in solar heating hard wear . If the solar system can be operated year - round , a cost effective solar system is much easier to be designed . When the swimming pool heating is the only consideration , the solar design must be inexpensive .

A fundamental understanding of what happens when the solar radiation incident on an outdoor pool is necessary for the proper design . Solar energy is absorbed by the pool and accordingly water temperature increases . On the other hand some of the absorbed energy is lost to the sky and the surroundings in addition to the energy lost due to water evaporation .

The design of a solar heating system needs the calculation of the heat demand for the swimming pool. For doing that there are two different requirements. The first is to know how much energy is needed to heat the swimming pool to a target temperature in order to produce a comfortable environment. The second is to maintain this temperature for long period. The first case is a transient stage and the energy balance depends upon water volume . In the second case a steady state is dominant and the energy balance depends solely upon the area .

When the pool is filled with fresh cold water , the direct heat gain is sufficient to overcome the thermal losses and to increase water temperature to its natural value without using a heating system . The natural temperature may be lower or higher than the target temperature . The solar collectors are designed such that they can increase the pool temperature from its natural value to the target temperature and maintain it for a long period. This is achieved by compensating the difference between the direct heat gain and the thermal losses at the target temperature. At pool temperature

\* National Research Center , Solar Energy Department , Dokki , Cairo, EGYPT .



## REFERENCES

1. AASHTO, 'Standard Specifications for Highway Bridges', 5th. Edition 1992, Interim Specifications-Bridges, 1993 & 1994, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.
2. El-Metwally, S.E., 'Strut-and-Tie Model Applied to Concrete Corbels for Rational Design', Cairo First International Conference on Concrete Structures, Cairo University, January 1996.
3. CEB-FIP Model Code 1990, 'Design Code', COMITE EURO- INTERNATIONAL DU BETON, Publisher, Thomas Telford Services Ltd, Telford House, 1 Heron Quay, London 1993.
4. Pensiero, J, 'An Introduction to Truss Models and Their Applications in The Design of Precast Concrete Connections', M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, Lehigh University, December 1989.
5. Marti, P. , 'Basic Tools of Reinforced Concrete Beam Design', ACI Journal, Vol. 82, No. 1, January-February, 1985, pp. 46-56
6. Marti, P., 'Truss Models in Detailing', Concrete International, Vol. 7, No. 12, December, 1985, pp. 66-73.
7. Schlaich, J., Schafer, K., and Jennewein, M., 'Towards a Consistent Design of Structural Concrete', PCI Journal, Vol. 32, No. 3, May-June 1987, pp 74-149.
8. Schlaich, M., and Anagnostou, G., 'Stress Fields for Nodes of Strut-and-Tie Models', ASCE, Journal of Structural Division, January 1990.

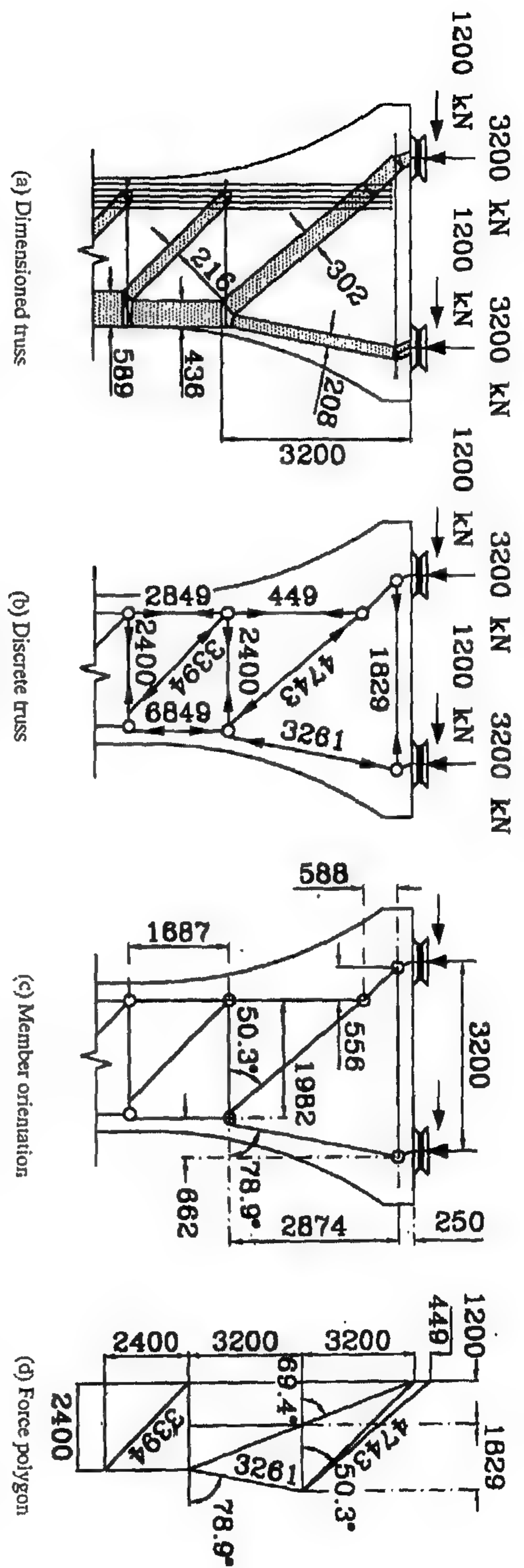


Fig. 10- Truss model for lateral load case

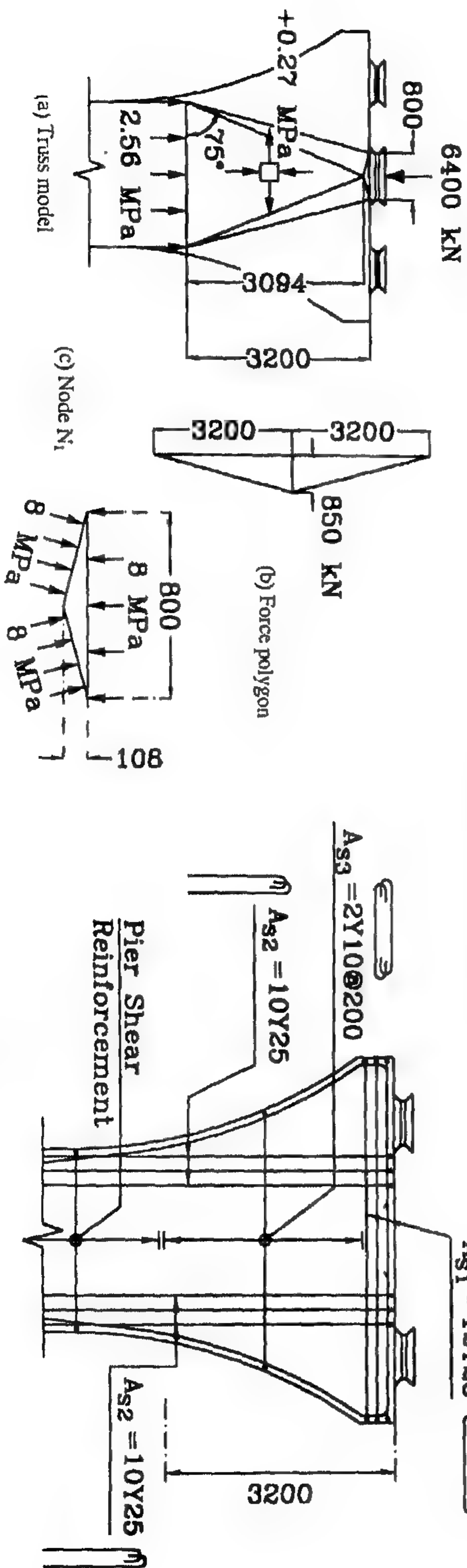
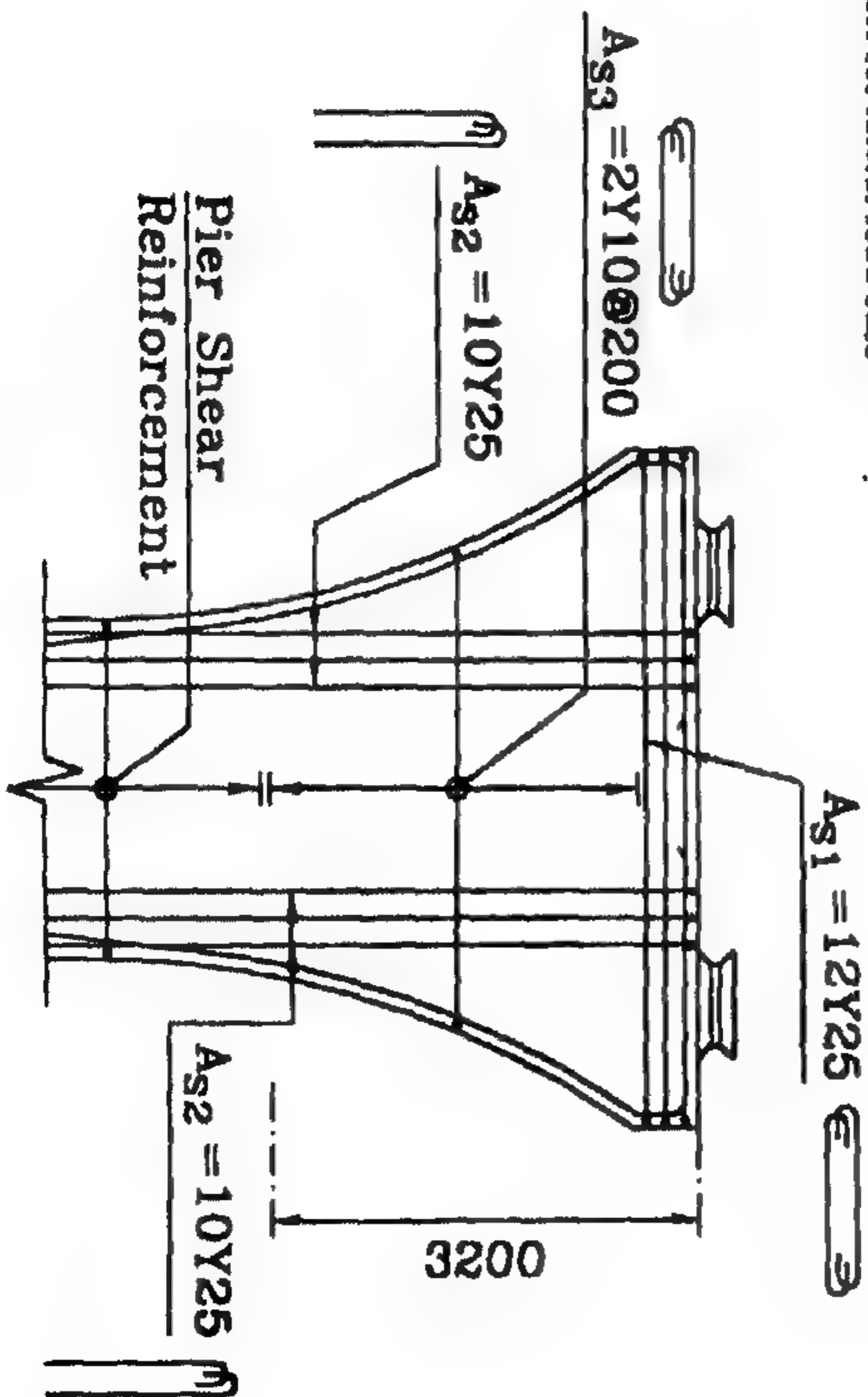


Fig. 11- Truss model for temporary jacking load case

Fig. 12- Schematic reinforcement details





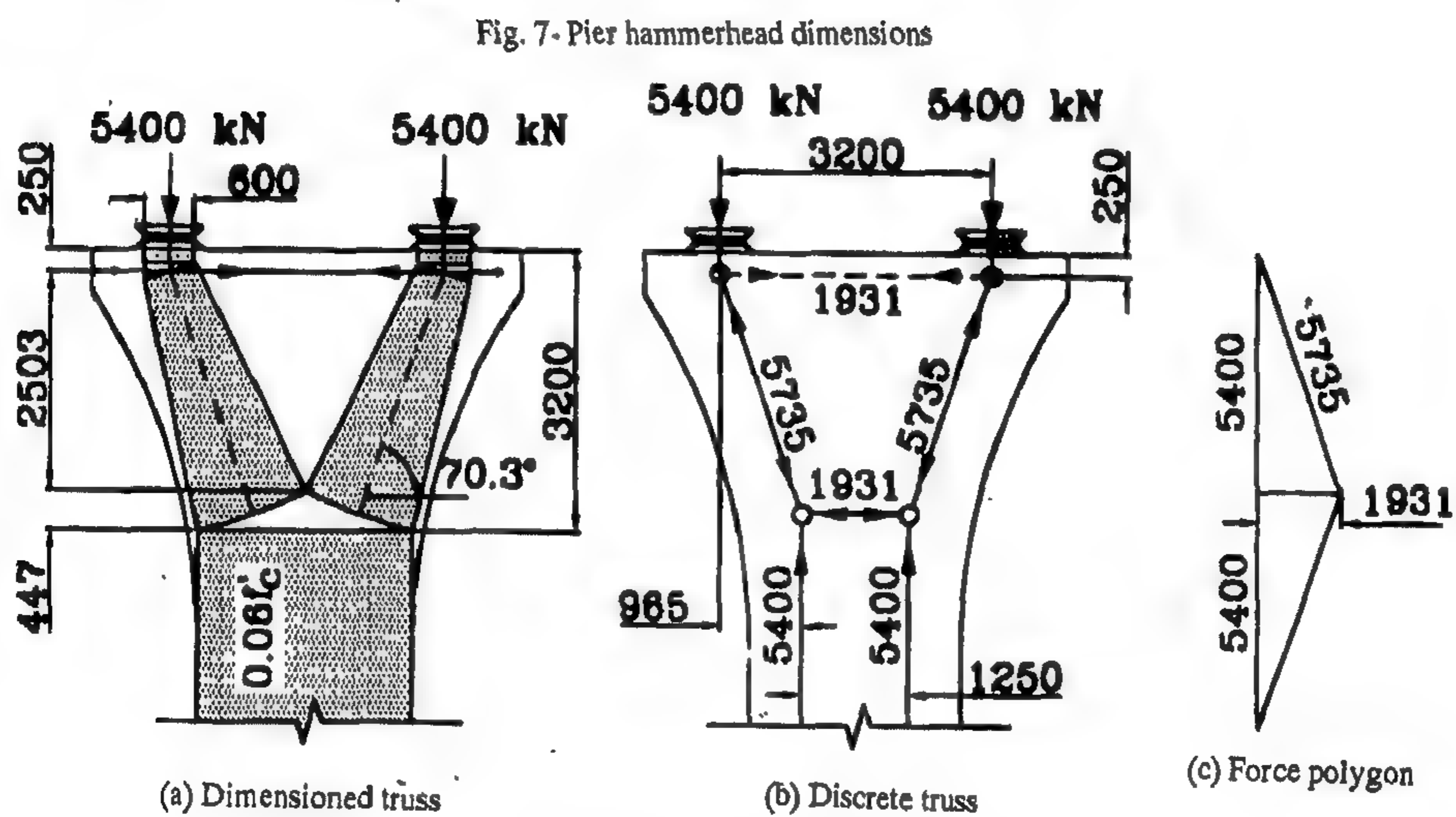
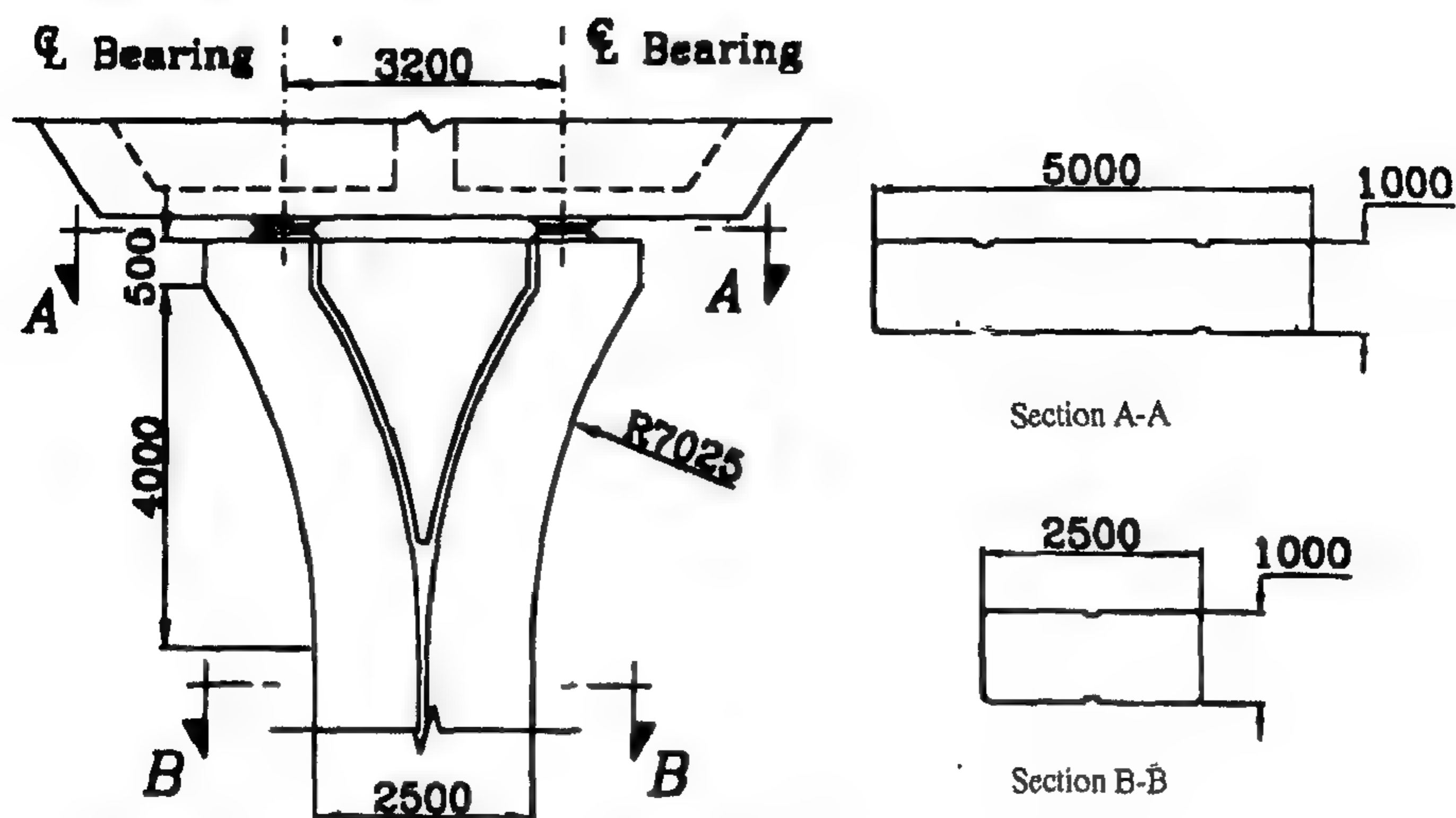


Fig. 8- Truss model for symmetrical load case

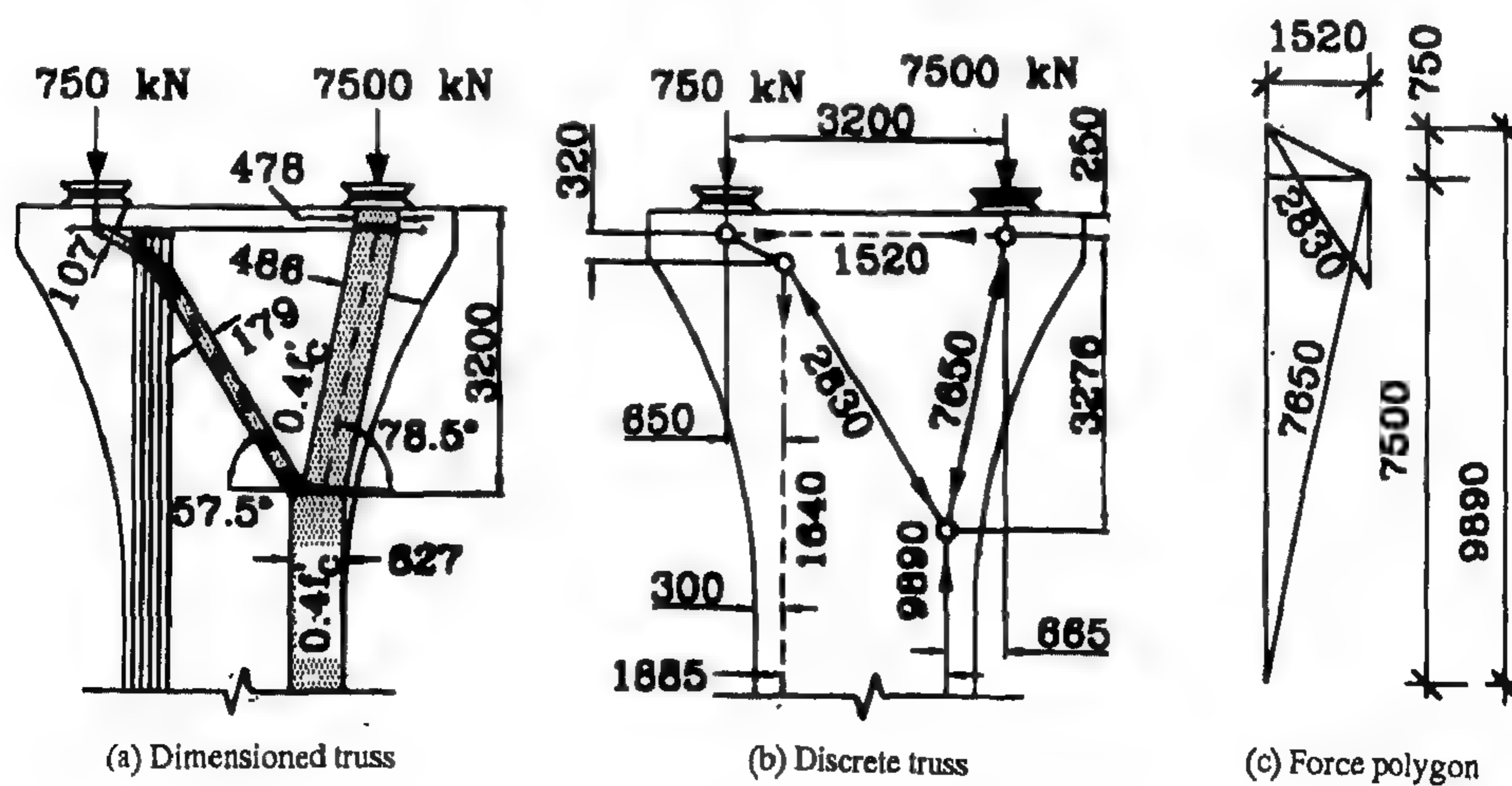


Fig. 9- Truss model for asymmetrical (eccentric) loading

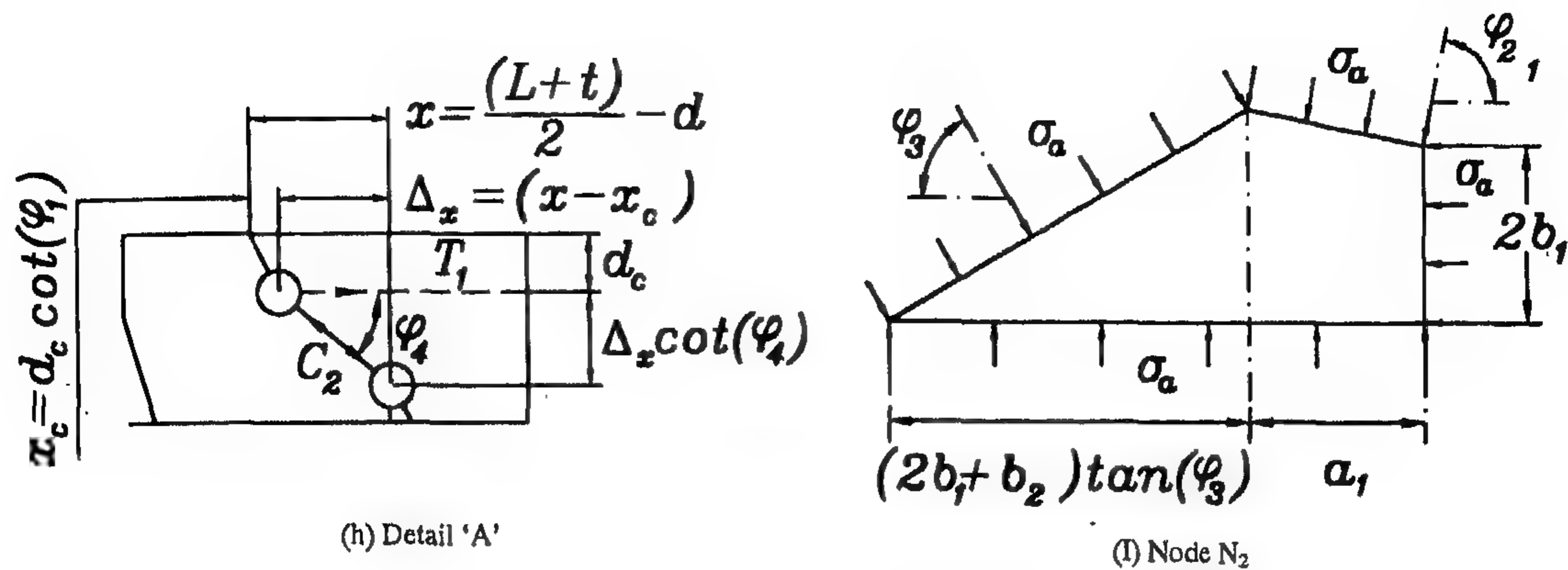


Fig. 5- Truss model for lateral load case ( continued )

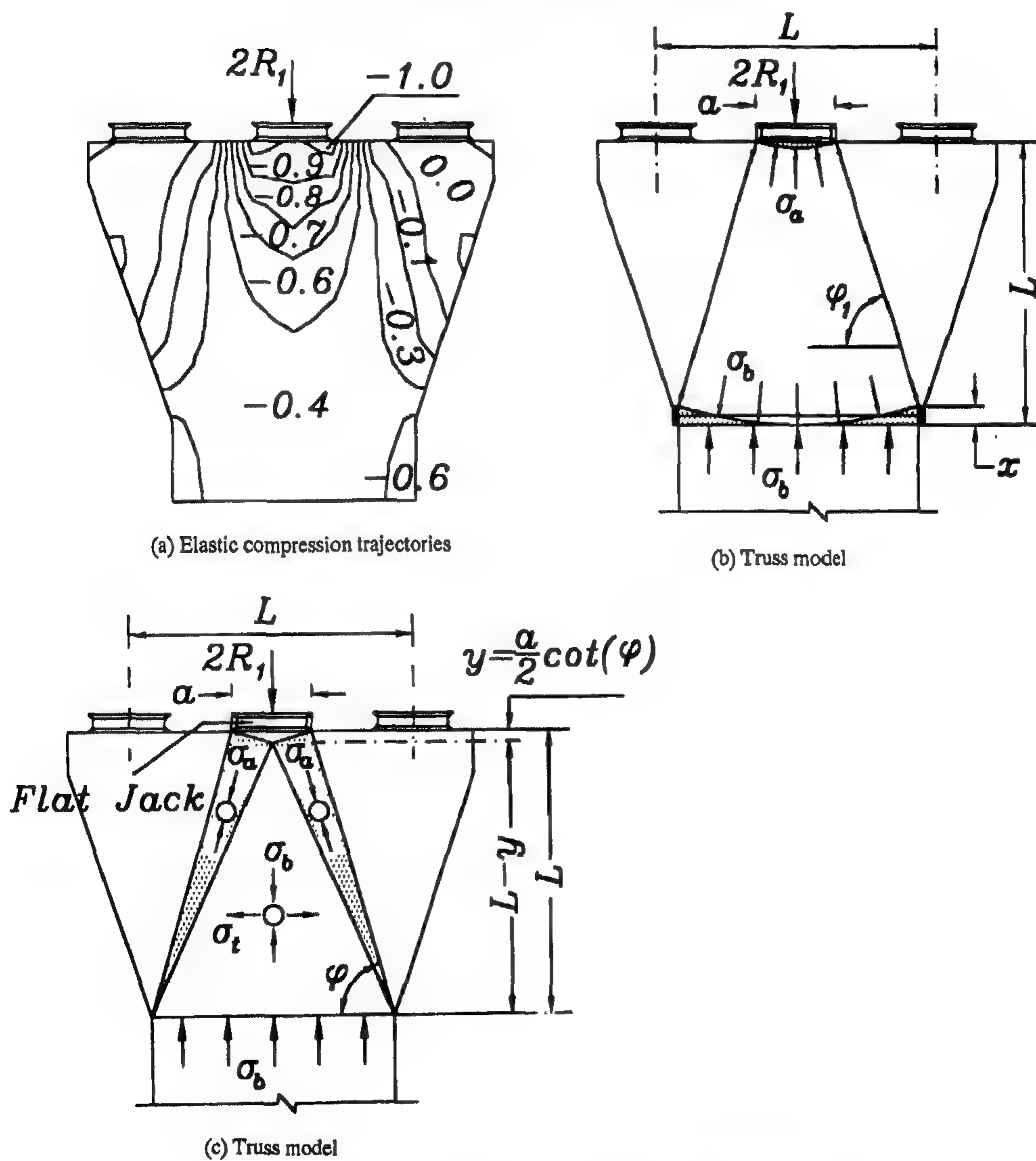


Fig. 6- Truss model temporary jacking load case



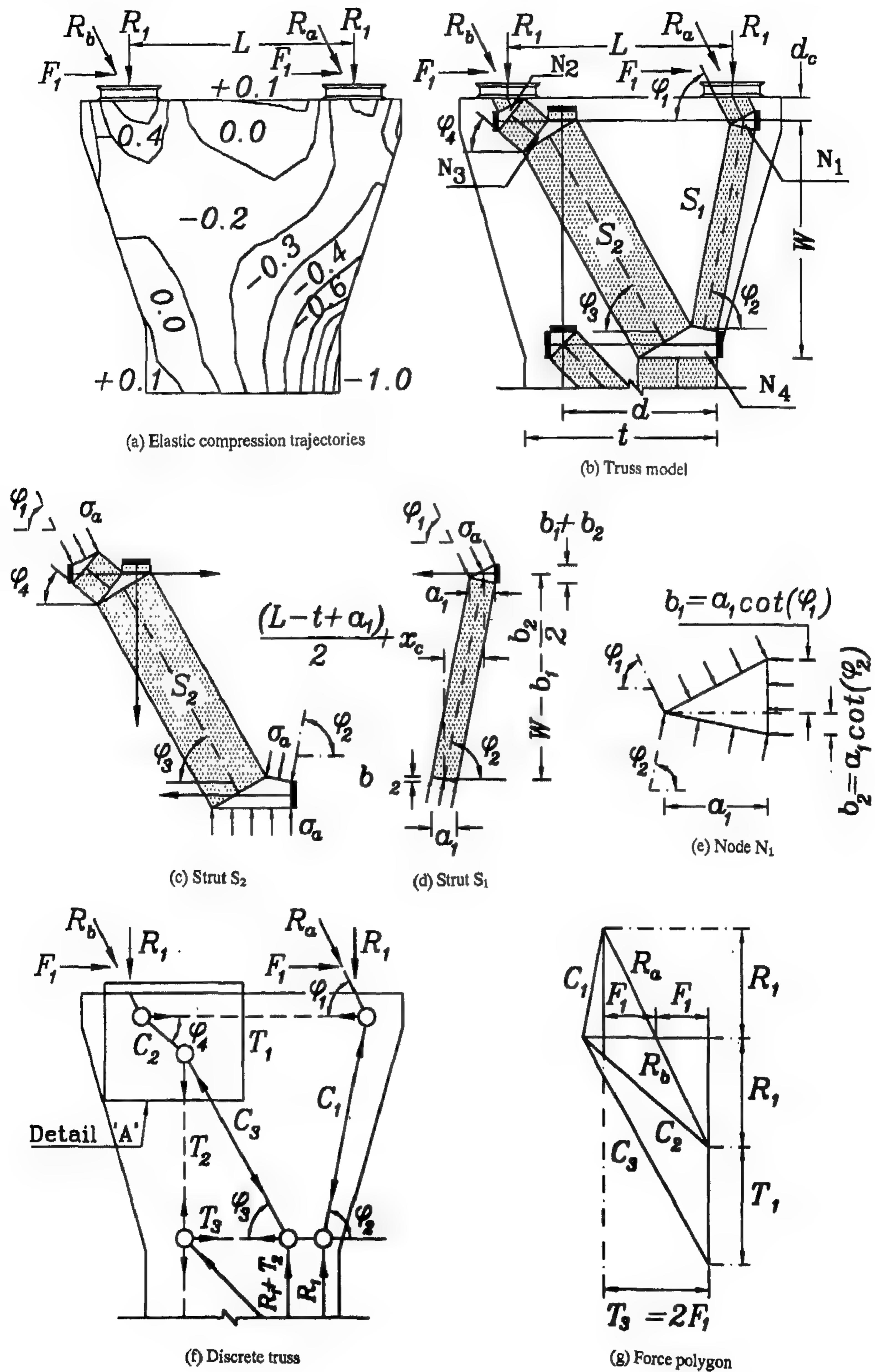


Fig. 5- Truss model for lateral load case

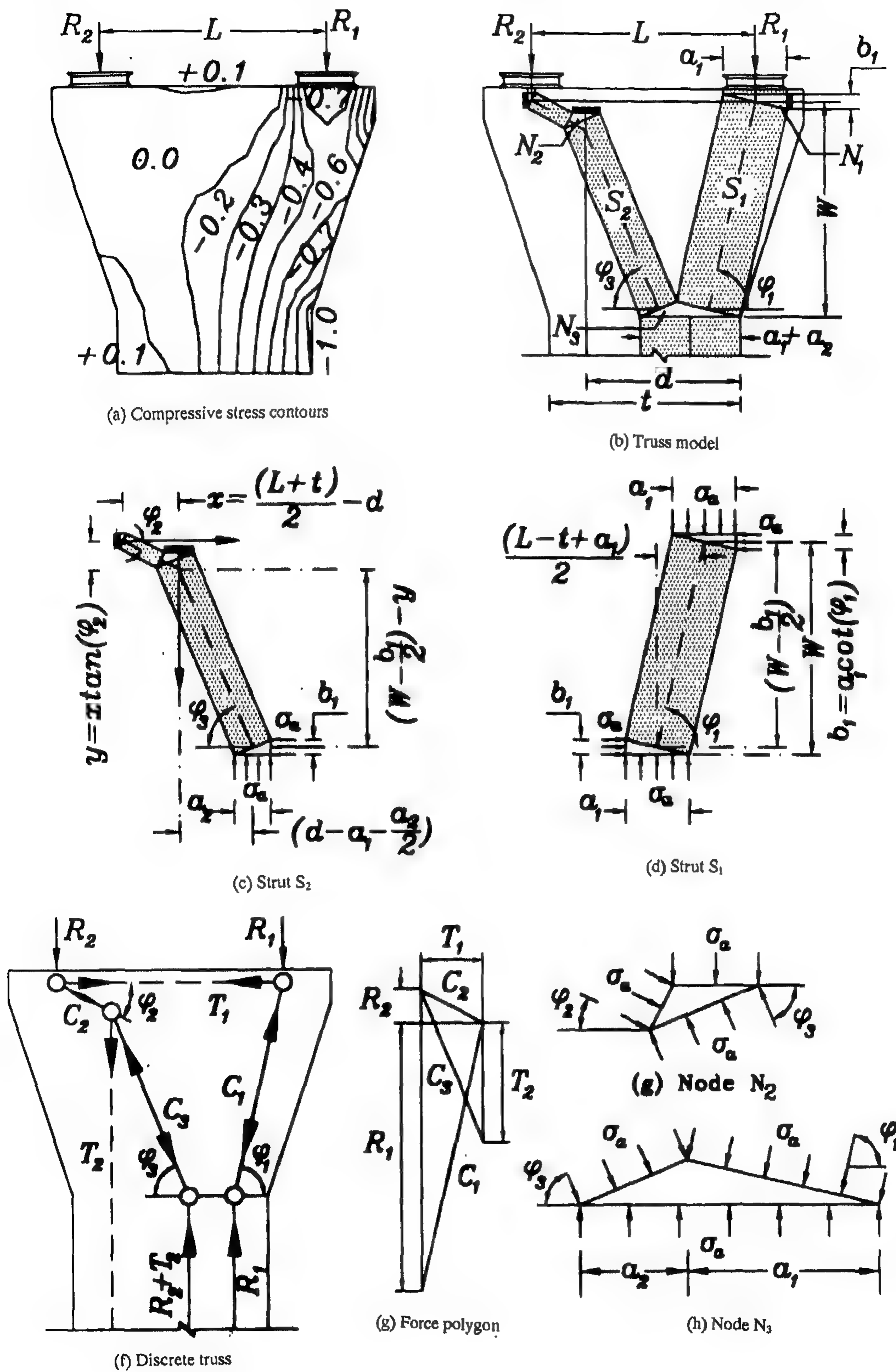


Fig. 4- Truss model for eccentric load case



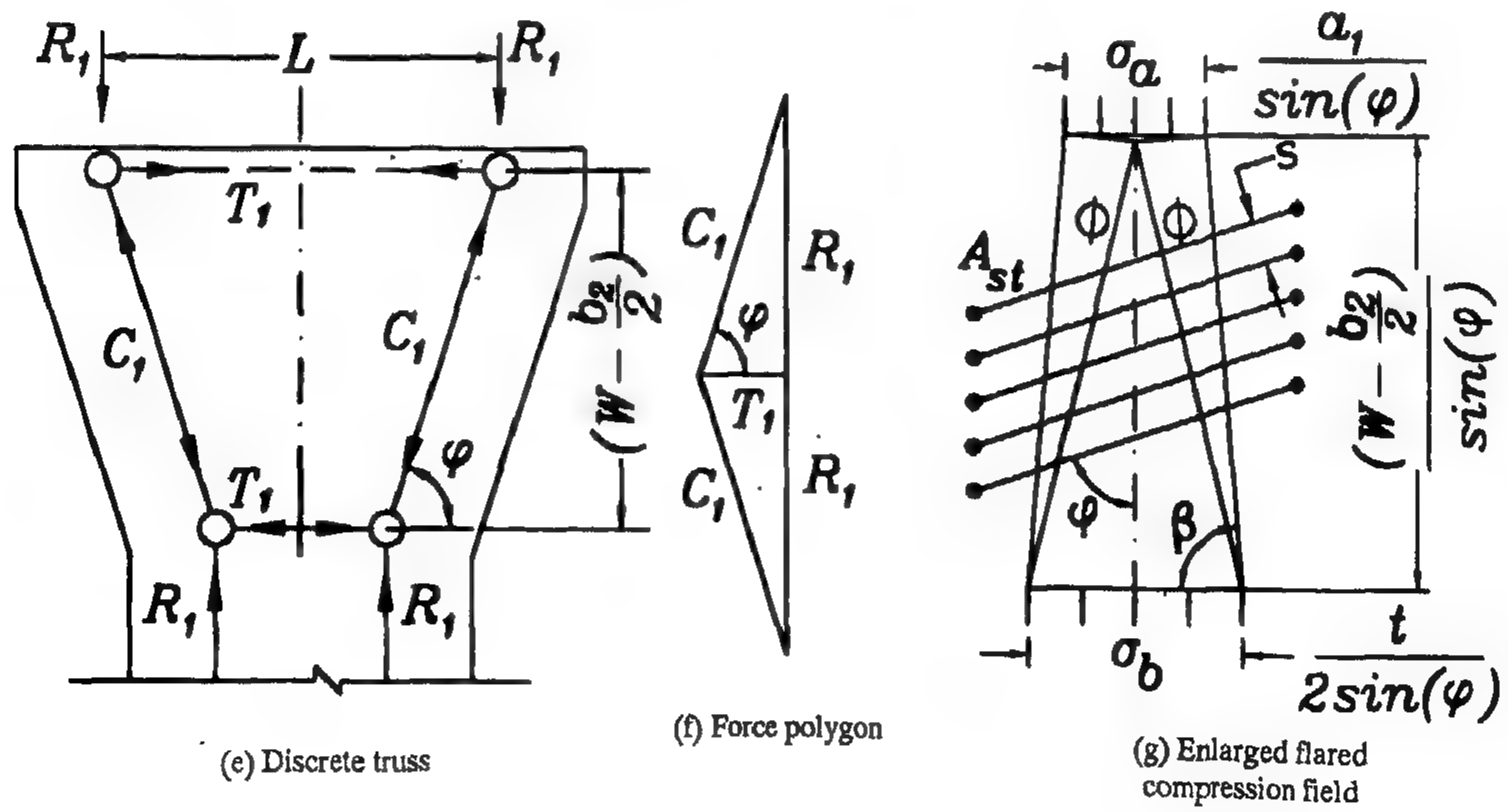
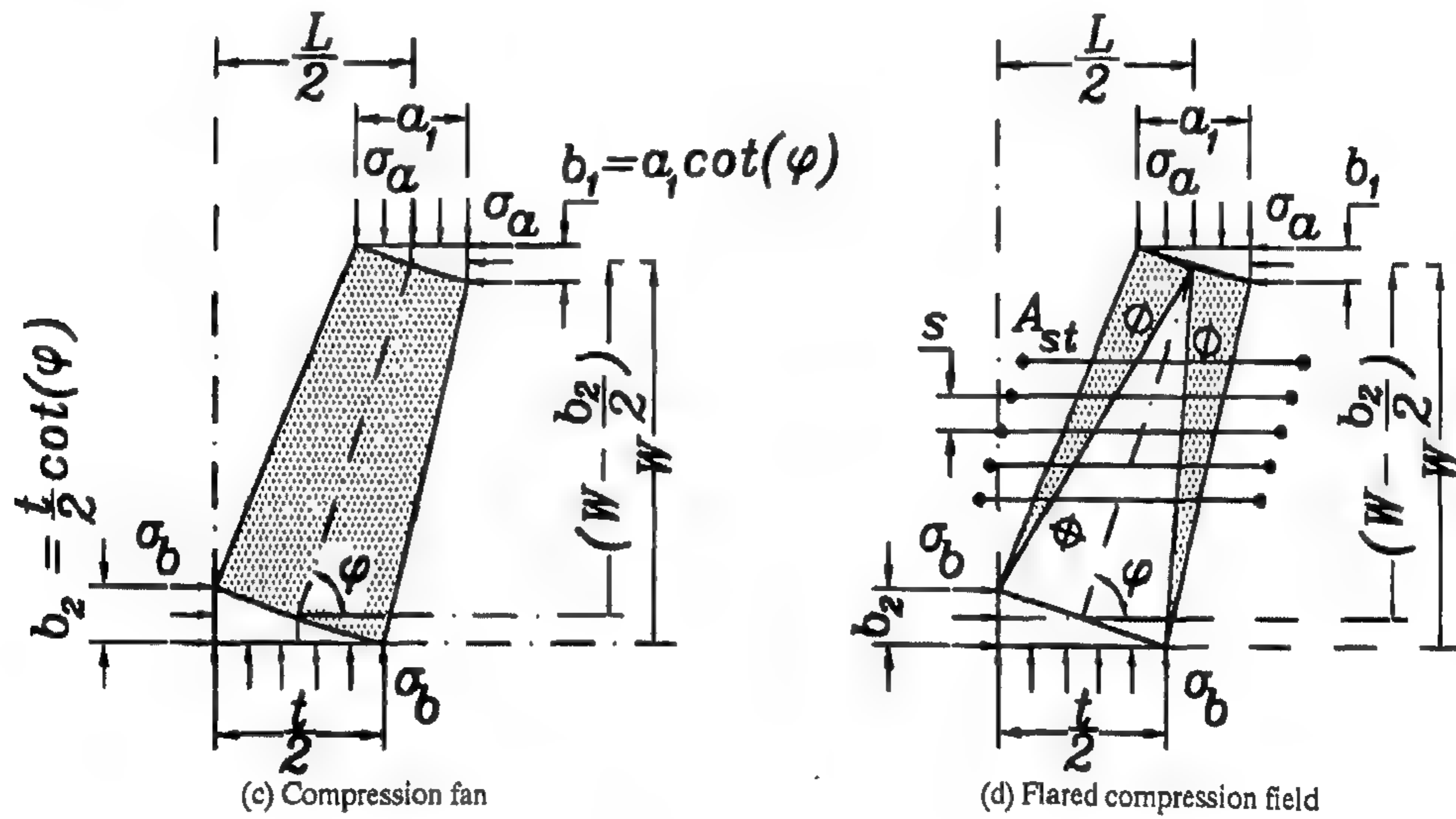
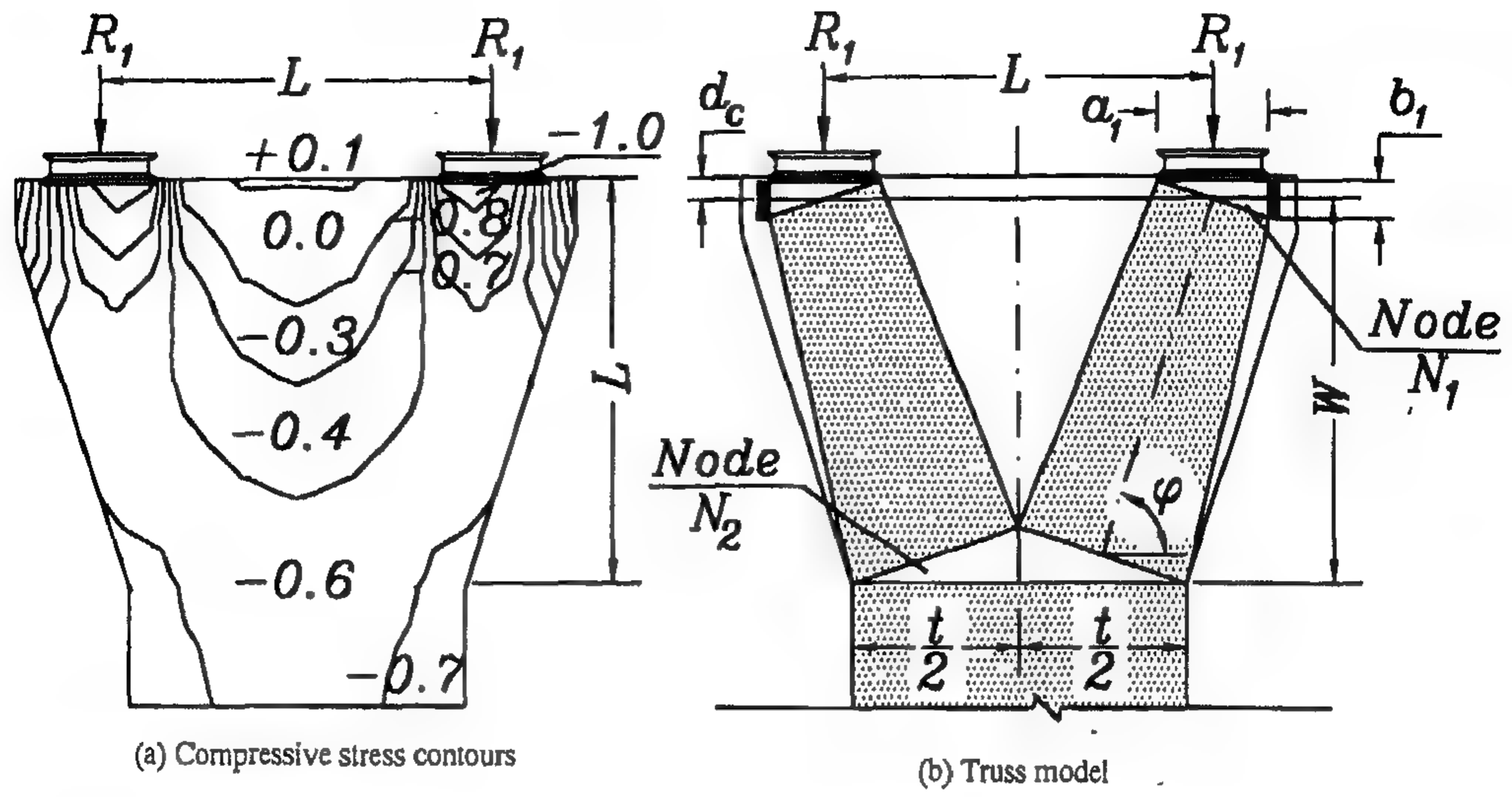
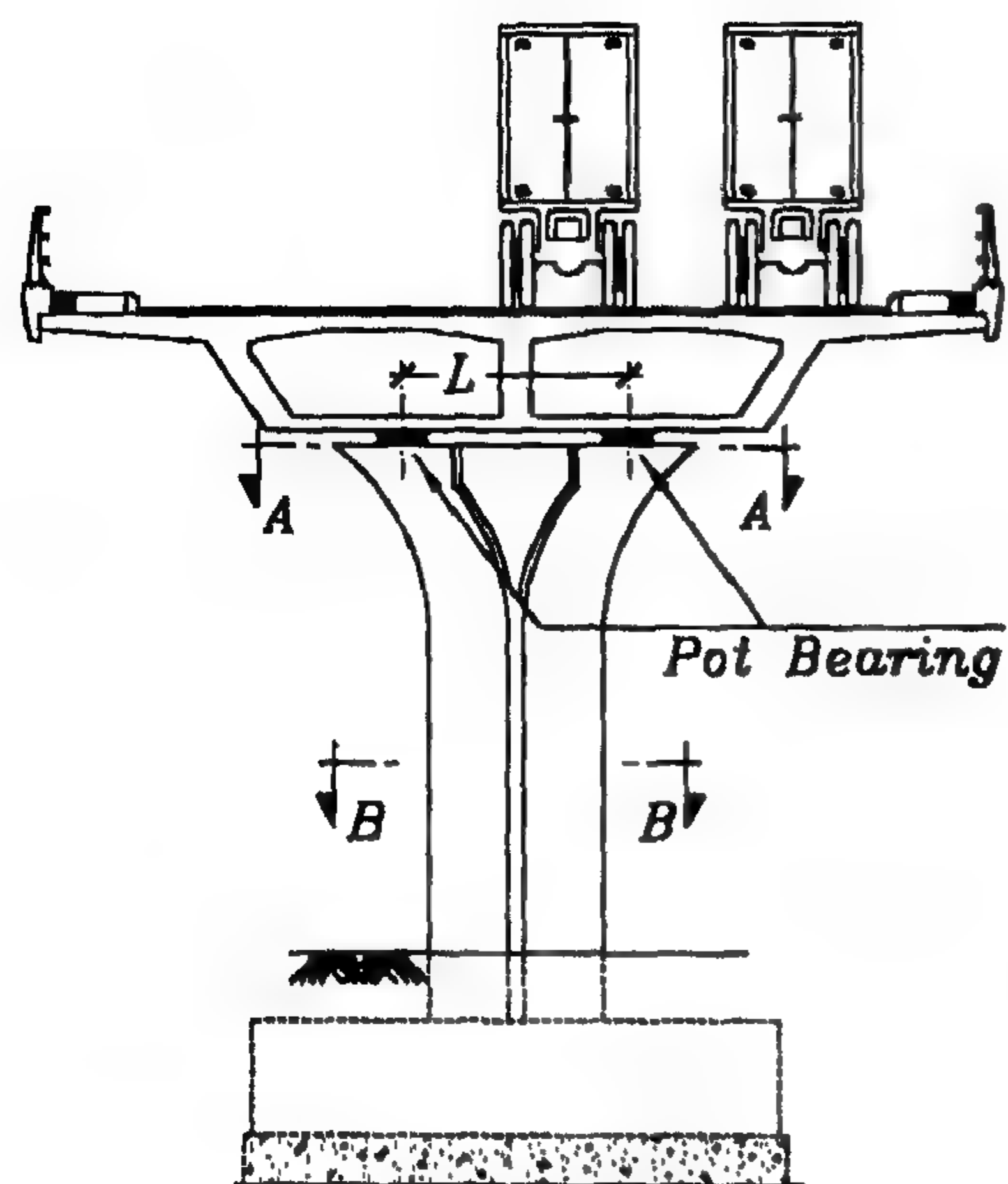


Fig. 3- Truss model for symmetrical load case



**Fig. 2-Strut- and -tie model components**



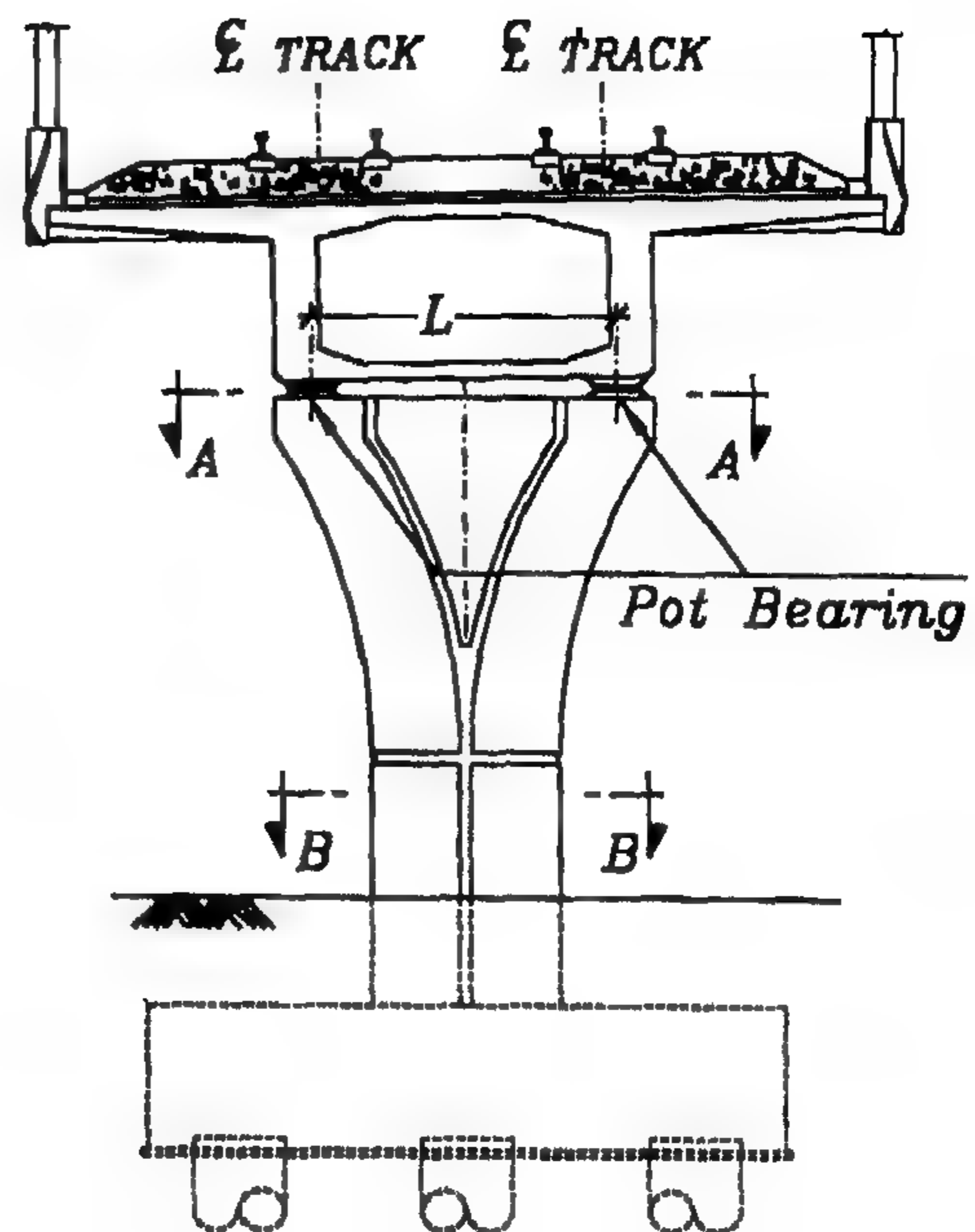


Section A-A



Section B-B

(a) Highway bridge

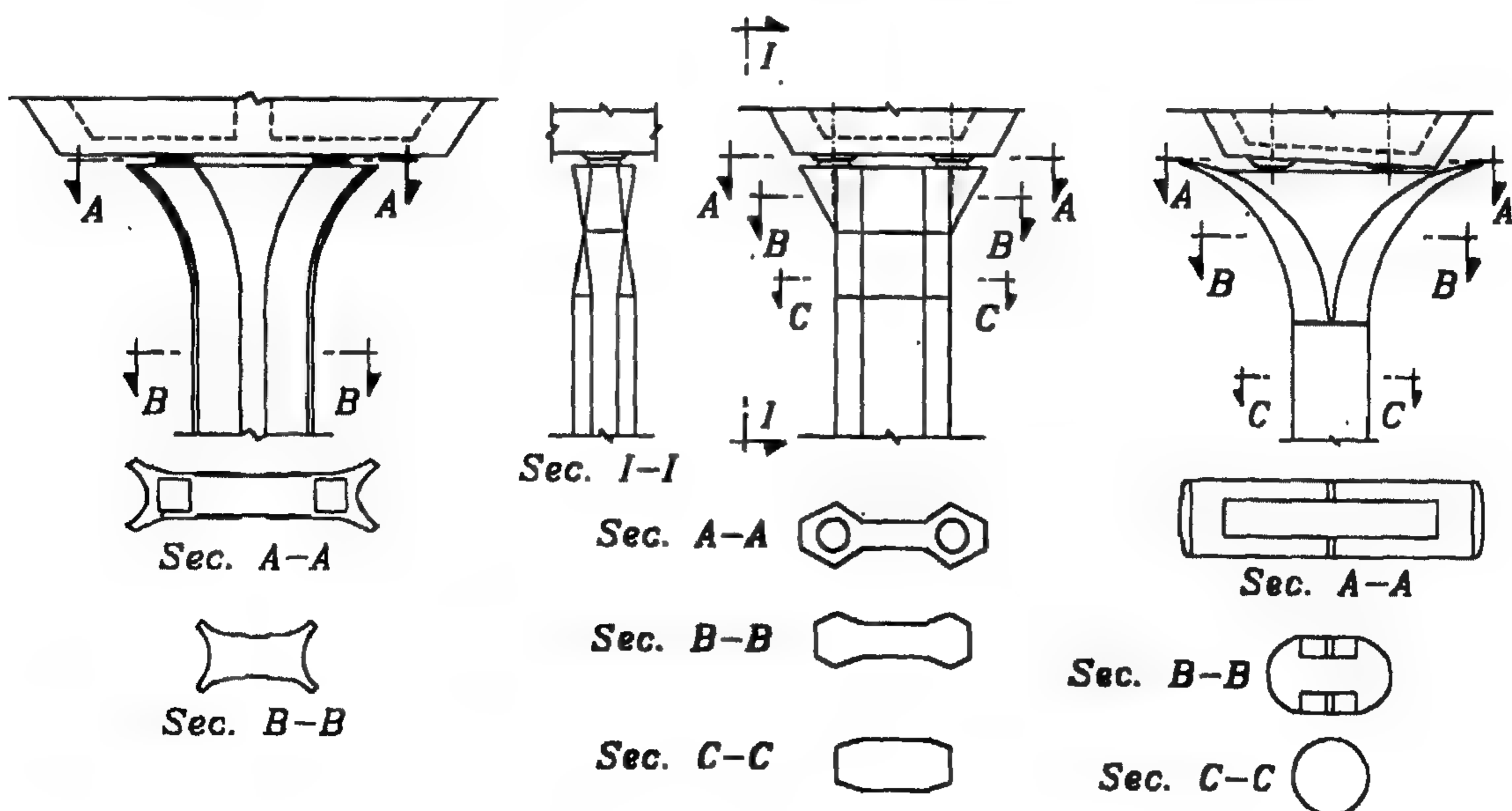


Section A-A



Section B-B

(b) Railway bridge



(c) Various hammerhead shapes

Fig 1. Practical examples of flared bridge piers

drawn, resulting in  $T_1 = 1829$  kN. 4. Angle  $\phi_4$  is then given by  $\phi_4 = \tan^{-1}(3200/(1200+1829)) = 46.6^\circ$ , and distances  $b_2$  and  $\Delta_x$  are obtained by:  $b_2 = 204 \cot(\phi_2) = 38$  mm and  $\Delta_x = 556$  mm.

5. Angle  $\phi_3$  is calculated from eqn. 10 as follows:

$$\left(\frac{38 + 2 \times 76}{2}\right) \tan(\phi_3)^2 - (2500 - 204) \tan(\phi_3) + (2950 - 556 \tan(46.6) - \frac{38 + 2 \times 76}{2}) = 0 \Rightarrow \phi_3 = 50.3^\circ$$

6. Knowing angle  $\phi_3$ , the force polygon shown in Fig. 10.d is completed, and the truss forces and dimensions are obtained.

7. The steel reinforcement area  $A_{s2}$  corresponding to tension force  $T_2 = 449$  kN is then equal to  $449 \times 1000 / (420/1.15) = 1229 \text{ mm}^2$ .

#### 5.4. Temporary Jacking Case

The flared stress field shown in Fig. 2.c is adopted (Fig. 11). The force polygon shown in Fig. 11.b indicate that the transverse tension force is equal to 850 kN, distributed over a vertical distance of 3094 mm. The required stirrups area is then equal to  $850 \times 1000 / (420/1.15) = 2327 \text{ mm}^2 = 150 \text{ mm}^2 @ 200 \text{ mm} = 2Y10 @ 200 \text{ mm}$ .

#### 5.5. Reinforcement Details

According to the proposed models, the reinforcement details shown in Fig. 12 are suggested. It should be emphasized here that, tension ties ( $T_1$  or  $T_2$ ) should be well anchored (developed) beyond the node surface (U shaped bars are used here for this purpose). Also, steel reinforcement corresponding to reversible load (eccentric and/or lateral) cases should be provided in each face of the pier.

### 6. SUMMARY AND CONCLUSION

A simple approach has been introduced to design

flared bridge piers hammerheads. The proposed method is based on the theory of plasticity, manifested in the so-called 'strut-and-tie' or 'truss' models, in which basic equilibrium and strength requirements are of primary concern. Solutions for different cases of loading including maximum vertical load, maximum eccentric load, lateral load due to wind or earthquakes, and temporary jacking load were introduced and discussed. A worked example showing the applicability of the proposed models was provided.

In addition to being a powerful design tool, 'truss models' provides the engineer with the required insight regarding the behavior of the designed element, especially in cases, where traditional design methodologies do not apply. In the current case, it has been shown that well anchored bars must be used at the top of the pier to resist the splitting forces generated between the bearings. Furthermore, for the case of eccentric and lateral loading, truss models indicate the importance of extending some of the pier vertical reinforcement all the way up to the pier top to resist the generated tension field. Finally, the temporary jacking model, shows the need of providing uniformly distributed stirrups along the hammerhead to resist the generated bursting stresses.

### NOTATIONS

- $a$  = bearing width (mm)
- $L$  = spacing between bearings (mm)
- $b$  = thickness of the analyzed element (mm)
- $f_c$  = concrete strength (MPa)
- $f_y$  = steel yield stress (MPa)
- $\gamma_c$  = concrete partial safety factor = 1.5
- $\gamma_s$  = steel partial safety factor = 1.15
- $f_{cd}$  = effective concrete stress =  $0.85 f_c / \gamma_c$  (MPa)
- $f_s$  = effective steel stress =  $f_y / \gamma_s$  (MPa)
- $A_s$  = area of steel reinforcement (mm)
- $\nu$  = concrete strut efficiency factor



6. From the free-body equilibrium of strut  $S_2$ , find the angle of inclination  $\phi_3$  as follows:

$$\left(\frac{b_2 + 2b_1}{2}\right) \tan(\phi_3)^2 - (d - a_1) \tan(\phi_3) + (W - \Delta_x \tan(\phi_4) - \frac{b_2 + 2b_1}{2}) = 0 \quad (10)$$

7. Knowing angle  $\phi_3$ , the force polygon shown in Fig. 5.e is completed, and the tension forces  $T_2$  and  $T_3$  are obtained.

Similar to the previous load case, and due to the possible reversal of lateral loads, symmetrical steel reinforcement resisting a tension force  $T_2$  must be placed in each face of the pier.

#### 4.4. Case of Temporary Jacking

A single flat jack is used in this case to lift the bridge in order to facilitate bearing replacement. Two truss models are introduced in Fig. 6.a and b for this case of loading. In the truss model of Fig. 6.a, a compression fan is used to spread-out the reaction  $2R_1$ , with stress  $\sigma_a$  to a uniform stress  $\sigma_b$  at the end of the disturbed region. The fan opening angle  $\phi$  is obtained using eqn. 2. The confining force  $F_c$  is obtained by applying equation 3, with the term  $a \times b \times \sigma_a$  replaced by  $2 \times R_1$ .

The flared stress field shown in Fig. 6.b is similar to that of the compression fan, except that the confining steel is distributed over a distance equal to  $L - (a/2) \cot(\phi)$ , where  $\cot(\phi) = (t-a)/2L$ . The tension force is obtained from the force polygon (Fig. 2.c) and is equal to  $R_1 \cot(\phi)$ .

### 5. WORKED EXAMPLE

The flared bridge pier shown in Fig. 7 is subjected to: (a) symmetrical loading  $2R_1 = 2 \times 5400$  kN, (b) eccentric loading  $R_1 = 7500$  kN, and  $R_2 = 750$  kN, (c) seismic loading  $2R_1 = 2 \times 3200$  kN and  $2F_1 = 2 \times 1200$  kN, and (d) temporary jacking load  $2R_1 = 6400$  kN. The concrete strength  $f'_c = 46.16$  MPa ( $0.85 f'_c = 39.24$  MPa), and the steel yield stress  $f_y = 420$  MPa.

#### 5.1. Symmetrical Load Case

Assuming the depth of the D-region to be equal to 3200 mm, and applying the truss model shown in Fig. 3.b, the vertical strut stress  $\sigma_s = 5400/600 = 9$  MPa  $< 0.6 \times 39.24/1.5$  (15.7 MPa). The fan inclination angle  $\phi$  is obtained by applying eqn. 6 as follows:

$$\left(\frac{2 \times 3200 - 2500}{4}\right) \tan(\phi)^2 - (3200 - 250) \tan(\phi) + \frac{2500}{4} = 0 \Rightarrow \phi = 70.3^\circ$$

Knowing angle  $\phi$ , the discrete truss and the force polygon shown in Figs. 8.b, and 8.c respectively are drawn and the tension force  $T_1$  is evaluated. The required top steel area is calculated from eqn. 5, resulting in  $A_{s1} = 1931 \times 1000 / (420/1.15) = 5287$  mm<sup>2</sup>.

#### 5.2. Eccentric Load Case

Using the same depth for the D-region (3200 mm), the truss model shown in Fig. 4 is applied (Fig. 9.a). The width of the vertical strut under bearing reaction  $R_1$  is given by  $a_1 = 7500 / (15.7) = 478$  mm. Applying equation 7, the inclination angle  $\phi_1$  is obtained as follows:

$$\left(\frac{3200 - 2500 + 478}{2}\right) \tan(\phi_1)^2 - 2950 \tan(\phi_1) + \frac{478}{2} = 0 \Rightarrow \phi_1 = 78.5^\circ$$

Knowing  $\phi_1$ , the force polygon at node  $N_1$  is drawn, and the tension force  $T_1$  is established (1520 kN). Node  $N_1$  vertical dimension  $b_1$  is given by  $b_1 = a_1 \cot(\phi_1) = 600 \cot(78.5) = 97$  mm. Combining the forces  $R_2$  (750 kN), and  $T_1$  (1520 kN), angle  $\phi_2$  becomes equal to  $25.3^\circ$ . Strut  $C_2$  (Fig. 4.e) intersects the vertical steel reinforcement at distances  $x = 650$  mm, and  $y = 320$  mm. Angle  $\phi_3$  is obtained by applying eqn. 8:

$$\frac{97}{2} \tan(\phi_3)^2 - (2200 - 478) \tan(\phi_3) + (2950 - 320 - \frac{97}{2}) = 0 \Rightarrow \phi_3 = 57.5^\circ$$

Knowing  $\phi_3$ , the force polygon shown in Fig. 9.c is completed and tension  $T_2$  is calculated (1640 kN). The steel area corresponding to  $T_2$ , then becomes  $A_{s2} = 1640 \times 1000 / (420/1.15) = 4490$  mm<sup>2</sup>.

#### 5.3. Lateral Load Case

The truss model shown in Fig. 10 is a direct application of Fig. 5 model. The following steps were used to fully determine the truss forces, and dimensions:

1. Angle  $\phi_1$  is determined by  $\phi_1 = \tan^{-1}(3200/1200) = 69.4^\circ$ , and distance  $a_1$  by  $a_1 = 3200 / (15.7) = 204$  mm, resulting in  $x_c = 94$  mm, and  $b_1 = 76$  mm.

2. Applying eqn. 9, angle  $\phi_2$  can be evaluated as follows:

$$\left(\frac{3200 - 2500 + 204}{2} + 94\right) \tan(\phi_2)^2 - (2950 - 2 \times 76) \tan(\phi_2) + \frac{204}{2} = 0 \Rightarrow \phi_2 = 78.9^\circ$$

3. Knowing angle  $\phi_2$ , the force polygon at node  $N_1$  is

The truss model shown in Fig. 3.b is guided by the elastic stress distribution of Fig. 3.a. In this model, a vertical strut is established under each bearing, with a stress intensity  $\sigma_a$  satisfying the maximum allowable stresses given by eqn. 1.b. The vertical strut intersects the tension tie  $T_1$  at node  $N_1$ , where a compression fan (or flared stress field) is used to spread-out the high stresses at node  $N_1$  ( $\sigma_a$ ) to the lower stress  $\sigma_b$  at node  $N_2$ . Below the bottom face of node  $N_2$ , the pier is under uniform stresses  $\sigma_b$ , and its design can be found elsewhere. It can be shown, using free-body equilibrium of a single fan, that the fan inclination angle  $\phi$  (Fig. 3.c) is given by:

$$\left(\frac{2L-t}{4}\right) \tan(\phi)^2 - W \tan(\phi) + \frac{t}{4} = 0 \quad (6)$$

Once the angle  $\phi$  is determined, the force polygon shown in Fig. 3.f can be drawn and tension force  $T_1$  can be evaluated. Equation 5 is then applied to obtain the steel reinforcement area  $A_{s1}$  corresponding to tension  $T_1$ .

The compression fan can be replaced by the flared compression field shown in Fig. 3.c. Knowing the field axial force  $C_1$ , angle  $\phi$ , and all other geometric dimensions (Fig. 3.f), the stirrup reinforcement  $A_s$  can be evaluated using eqn. 4.

#### 4.2. Eccentric Load Case

The pier in this case is subjected to the two unequal loads  $R_1$  and  $R_2$ , corresponding to eccentric live load on deck (Fig.4). Elastic stress analysis (Fig. 4.a) suggests the truss model shown in Fig. 4.b. The following steps were followed to develop the shown truss model:

1. Two vertical struts are established underneath each bearing, with a width corresponding to stress  $\sigma_a$ , satisfying the maximum allowable value given by eqn. 1.b.
  2. Starting by the larger force  $R_1$ , which intersects the centerline of the top steel reinforcement at node  $N_1$ . The inclination of strut  $S_1$ , denoted here as  $\phi_1$ , is determined by studying the free-body equilibrium of the strut (Fig. 4.d). It can be shown that angle  $\phi_1$  is given by the equation:
- $$\left(\frac{L-t+a_1}{2}\right) \tan(\phi_1)^2 - W \tan(\phi_1) + \frac{a_1}{2} = 0 \quad (7)$$
3. Once angle  $\phi_1$  is determined, the force polygon at node  $N_1$  can be constructed, the top reinforcement tension force  $T_1$ , and inclined strut compression force  $C_1$  can be evaluated.
  4. Knowing the forces  $R_2$  and  $T_1$ , strut  $S_2$  inclination angle

$\phi_2$  is determined (Fig. 4.e). Strut  $S_2$  intersects the vertical pier reinforcement at node  $N_3$ , and their point of intersection will lie on strut  $S_3$  centerline.

5. Strut  $S_3$  inclination angle  $\phi_3$  is then determined by studying its free-body equilibrium (Fig. 4.c) resulting in the equation:

$$\frac{b_1}{2} \tan(\phi_3)^2 - (d - a_1) \tan(\phi_3) + (W - y - \frac{b_1}{2}) = 0 \quad (8)$$

6. As angle  $\phi_3$  is determined, the force polygon shown in Fig. 4.f can be completed and tension force  $T_2$ , and compression force  $C_3$  are obtained.
7. Steel reinforcement resisting tension force  $T_2$  is obtained using eqn.5. This reinforcement must be used in both faces of the pier due to the reversible nature of eccentric live load.

#### 4.3. Case of Lateral Loading

The bridge pier in this case is subjected to two equal vertical reactions  $2 \times R_1$ , plus two equal horizontal forces  $2 \times F_1$ . The same approach used in the case of eccentric live load is applied to the current case (Fig. 5). Guided by the elastic stress analysis of Fig. 5.a, the truss model shown in Fig. 5.b is assumed. The following steps were followed to fully determine all forces, dimensions and stresses of the shown truss:

1. From the force polygon at the bearings, the resultant forces ' $R_a$ ' and ' $R_b$ ' magnitude and direction ' $\phi_1$ ' are evaluated ( $R_a = R_b = \sqrt{R_1^2 + F_1^2}$ , and  $\phi_1 = \tan^{-1} [R_1/F_1]$ ).
  2. The point of intersection of  $R_a$ , and centerline of top steel (tie  $T_1$ ) is established.
  3. From the free-body equilibrium of strut  $S_1$ , it can be shown that its angle of inclination  $\phi_2$  is given by:
- $$\left(\frac{L-t+a_1}{2} + x_c\right) \tan(\phi_2)^2 - (W - 2b_1) \tan(\phi_2) + \frac{a_1}{2} = 0 \quad (9)$$
4. Knowing angle  $\phi_2$ , node  $N_1$  force polygon is completed and the tension force  $T_1$  is obtained.
  5. The intersection point of resultant  $R_b$  and tension tie  $T_1$  centerline is established, the force polygon at node  $N_2$  is completed, and angle  $\phi_4$ , and compression force  $C_2$  are calculated.



$$\text{and, } f_{cd} = \frac{v \times 0.85f_c}{\gamma_c} \quad (1.b)$$

where the efficiency factor  $v$  is equal to (a) 1.0, for undisturbed struts subjected to uniaxial compression, (b) 0.8, for struts with cracks parallel to their direction, (c) 0.6, for struts with skew cracks (Fig.3.a), and (d) 0.4, for severely cracked struts [6]. The strength of steel struts is estimated the same way as for tension ties, given that bar eccentricities are avoided.

### 3.1.2. Tapered Compression Fields

Tapered compression fields are concrete elements that connect compression zones with different stress intensities. Two types of elements are introduced herein, namely, compression fan, and flared compression field. In the compression fan (Fig. 2.b [7]), the compressive stress trajectories radiate from the center of the smaller node to the larger node, and the strength of the fan is controlled by its narrowest region, with eqn. 1 applied at the center of the fan adjacent to the smaller nodal zone. A transverse compression field is required at the wide end of the fan to balance the outward force component, and to confine the nodal zone. The opening angle  $\phi$  can be calculated from the equation:

$$2L \cos(\phi) + a \sin(\phi) = t \quad (2)$$

where  $L$ ,  $a$ , and  $t$  are the field dimensions shown in Fig. 3.b. The confining force can then be evaluated from the force polygon shown in the same figure as follows:

$$F_c = \frac{a \times b \times \sigma_a}{2 \tan(45 + \frac{\phi}{2})} \quad (3)$$

The flared compression field (Fig. 2.c [8]) is statically equivalent to the compression fan, except that the transverse compression field is replaced by a uniform tension field along the member length [7]. If this uniform tension exceeds the allowable concrete tensile capacity

given by:  $f_{td} = 0.33\sqrt{f'_c / \gamma_c}$  [2], steel reinforcement in the form of uniformly distributed bars must be provided. The tensile strength ( $f_s$ , MPa) of a uniformly distributed steel reinforcement placed at spacing ' $s$ ' and making an angle ' $\alpha$ ' with the field axis (Fig. 2.c) can be calculated as follows:

$$f_{ts} = \frac{A_s}{b \times s} \times \frac{f_y}{\gamma_s} \times \sin(\alpha)^2 \quad (4)$$

### 3.2. Tension Ties

Tension ties are mainly steel elements loaded in tension (Fig. 3.d). The line of action of the tension tie must coincide with the centroid of the steel bars forming the tension field. Given that steel bar eccentricities are avoided, the tension tie strength  $T$ , can be evaluated by:

$$T_s = A_s \times \frac{f_y}{\gamma_s} \quad (5)$$

### 3.3. Nodal Zones

Nodal zones are defined as the regions where truss members intersect. They must satisfy horizontal, vertical, and moment equilibrium. Nodal zones are always under a state of biaxial compression, even when they connect tension ties to compressive struts (Fig. 2.d). Nodes with equal principal stresses ( $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_a$ ) are called 'hydrostatic nodes' [4]. In such nodes, any direction is a principal direction, and Mohr's circle reduces to a point. The same rules used to evaluate the strength of compression struts can be applied to nodal zones (although, there is now more experimental evidence that these rules can be significantly relaxed).

## 4. APPLICATION TO FLARED BRIDGE PIERS

In this section, the aforementioned strut-and-tie modelling rules are applied to the design of flared piers hammerhead. Although, from the theory of plasticity point of view, any admissible stress field that satisfies both equilibrium and boundary conditions should be valid, strut-and-tie models presented hereafter are all motivated by elastic stress analyses. Following Schlaich's suggestion [7], the assumed plastic stress fields are chosen to be as close as possible to the elastic ones to avoid large stress redistribution at ultimate and excessive cracking at service loads. Hydrostatic nodes are consistently used for all nodes for simplicity, but other forms of nodal zones are also applicable.

### 4.1. Concentric Load Case

Live load in this case is symmetrically applied, resulting in equally loaded bearings. The pier is under uniaxial compression and free of any flexural and/or shear stresses. The high stresses under the bearings spread-out to form a uniform compressive stress field some distance away. Following the AASHTO [1] end-zone design guidelines for prestressed concrete beams, the dimension of the disturbed region is assumed here to be equal to the distance between the bearings. It can be seen from Fig. 3.a that this assumption is more or less consistent with the elastic compressive stress trajectories.



## PLASTIC DESIGN OF FLARED BRIDGE PIERS: A STRUT-AND-TIE MODEL APPROACH

By  
Adel Galal El-Attar\*

### 1. ABSTRACT

The theory of plasticity, manifested in the so-called 'Strut-and-Tie' or 'Truss' models is applied to the design of flared bridge piers hammerhead. Considered cases of loading include (a) concentric live load, (b) eccentric live load, (c) lateral loading due to wind or earthquakes, and (d) temporary-jacking load. Rules adopted by the CEB-FIP 1990-1993 model code have been implemented in developing the proposed models. Special attention has been given to identifying a clear force path from the deck bearings to the pier beam-region (B-region), and to satisfy basic equilibrium and strength requirements. A worked example is provided to illustrate the applicability of the proposed models.

### 2. INTRODUCTION

Flared bridge piers are commonly used in both highway and railway box-girder bridges with medium span ranges (30-50 meters) (Figs. 1.a and b). In addition to their architectural merits (Fig. 1.c), they allow a wider spacing between the bearings, resulting in; (a) providing more torsional stability to the deck, (b) reducing the maximum bearing reaction, (c) avoiding any possible tension on the bearings, and (d) reducing the forces acting on the box-girder cross-diaphragm by allowing the bearings to be placed close-to or directly under the webs (Fig. 1.b).

Conventional design of flared piers hammerhead is usually carried out by (a) designing the beam-region (B-region) of the pier for flexure and shear, (b) designing the protruding part of the hammerhead as a corble (short cantilever), and (c) detailing the core of the hammer head using some 'past-experience' or 'good practice' approach. Problems reported with piers designed according to this approach range from the appearance of wide cracks at the top surface (between the bearings) to complete failure during earthquakes or significant lateral loads.

A consistent and rational design approach is clearly needed to treat such elements, especially at the locations of discontinuity or stress disturbances (D-regions). In the current paper, the 'strut-and-tie' design methodology, which have successfully been used to address similar problems [4,5,6], is applied to the design of the D-region of flared piers. Details of the used models will be introduced and discussed in the following paragraphs.

### 3. COMPONENTS OF A STRUT-AND-TIE MODELS

Strut-and-tie (or truss) models are a direct application of the theory of plasticity to reinforced concrete,

assuming an elastic-perfectly plastic behavior. They represent a lower-bound solution given that: (a) admissible stress fields, satisfying both equilibrium and boundary conditions, are adopted, and (b) the analyzed element possesses enough ductility to allow for stress redistribution at ultimate. The basic assumptions used to develop the truss models introduced in this paper are:

1. Reinforced concrete is an elastic-perfectly plastic material.
2. Zero concrete tensile strength in the plane under consideration. This implies that no explicit concrete tension members are allowed, and that tension is always taken by steel reinforcement.
3. Only two dimensional (plane-stress) problems are considered, i.e. the thickness of the considered element (denoted here as 'b') is much less than its other two dimensions.

Truss models are mainly composed of compression fields and tension ties inter-connected by nodal zones. The general rules adopted for developing each of these elements are briefly introduced in the following sections.

#### 3.1. Compression Fields

##### 3.1.1. Prismatic Struts

Compression struts are either concrete or steel elements. In concrete struts, ignoring the concrete tensile strength will result in prismatic members under uniaxial compression. The strut compressive strength can be estimated from the equation:

$$F_c = a \times b \times f_{cd} \quad (1.a)$$

\* Assistant professor, Structural Engineering Department, Cairo University.



- 18- C.G.Go and S.E. Swartz , "Energy Methods for Fracture Toughness Determination of Concrete" , *Exp. Mech.*, 26,3, pp. 292 -296,1986.
- 19- A. Carpinteri, "Application of Fracture Mechanics to Concrete Structures , ASCE, Structural Division , 108, ST4,pp.833-848,1982.
- 20- B. Hillemeier and H.K. Hilsdorf, "Fracture Mechanics Studies on Concrete Compounds" , *Cement And Concrete Research* ,7, pp. 523-536,1977.
- 21- G. Veluzco , K. Visalvanich and S. P. Shah , "Fracture Behavior and Analysis of Fiber Reinforced Concrete Beams, Cement" and *Concrete Research* , 10, pp. 41-51, 1980.
- 22- P.C. Paris and G.C. Sih , "Stress Analysis of Cracks , in Fracture Toughness Testing and its Application" , ASTM STP 381 , pp. 30-77, 1965.
- 23- "Experimental and Numerical Analysis of Fracture Processes in Concrete" , Ph.D. Thesis by : E. Schlangen,Civil Engineering Department , Delft University of Technology , 1993.
- 24- H. Tada, P.C. Paris and G. R. Irwin , "The Stress Analysis of Cracks Handbook, Del Research Corporation , Hellertown , Pennsylvania , U.S.A. , 1973.
- 25- G.C. Sih , "Strain Energy Density Applied to Mixed Mode Crack Problems" , *Int . J. Fract .* , 10, pp. 305-320., 1974.
- 26- M. A. Hussein , S. L. Pu and J. Underwood , "Strain Energy Release Rate for Crack under Combined Mode I and Mode II," ASTM STP 560, 2-28 , 1974.
- 27- N.A.B. Yehia , "Distortional Strain Energy Criterion : The Y- criterion , *Engng . Fract . Mech .* , 39, pp. 477- 485, 1991.
- 28- N. A. B. Yehia , "The Y-criterion in Uniaxial Loading with Higher Order Approximation", *Second Conference on Civil Engineering , Military Technical College , 1,pp. 32-45,Nov. 1994.*

expected curve . The lower part represents the linear response while the upper part represents the development of the process zone at candidate crack development location which will result later in real fracture of the specimen as maximum load is attained. Data available so far is not enough to precisely determine such a proposed curve . This last point is now under consideration .

#### ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express his thanks to Prof . M. Eladawy Nasif , Prof. A.S. Salah Eldine and Dr. A. Farahat for their critique reading of the paper and their valuable comments . The support of the Concrete reserch Laboratory of the Faculty of Engineering , Cairo University ; administration and staff , is very much appreciated .

#### REFERENCES

- 1- *Fracture Mechanics of Concrete Structures , Part I, State - of Art Report by ACI Committee 446 , Fracture Mechanic , ( Ed. Z. P. Bazant ) , 1989 , Elsevier Applied Science , London .*
- 2- D . J . Naus and J . L. Lott, "Fracture Toughness of Portland Cement Concrete" , ACI, pp. . 481 - 489, June 1969.
- 3- P.F. Walsh , "Fracture of Plain Concrete", *Indian Concrete Journal* , pp. 469 - 470 , Nov, 1979.
- 4- J.H. Brown , " Measuring the Fracture Toughness of Cement Paste and Mortar" , *Magazine of Concrete Research* , 24 , pp. , 185 -196 , 1972 .
- 5- T.J. Bear and B . Barr, "Fracture Toughness Tests for Concrete" , *Int. J. Fract .* , 13, PP. 92-94,1977.
- 6- F.H. Wittman, "Mechanisms and Mechanics of Fracture of Concrete", *Proceedings of the 5 th Int. Conference on Fracture , Cannes , France , pp. 1467-1487,1981 .*
- 7- A. Carpinteri, "Experimental Determination of Fracture Toughness Parameters  $K_{Ic}$  and  $J_{Ic}$  for Aggregative Materials, " *Proceedings of the 5th Int. Conference on Fracture, Cannes , France , pp. 1491-1498, 1981.*
- 8- Y.S. Jenq and S.P. Shah , "A Fracture Toughness Criterion for Concrete" , *Engng . Fract . Mech .* , 21,5,pp. 1055-1069, 1985.
- 9- T.M.E. Refai and S.E. Swartz , "Mode I Fracture Energy Methods of Concrete" , *Exp. Mech .* , 28 .4. pp. 395-401, 1988.
- 10- A. Carpinteri , "Notch Sensitivity in Fracture Testing of Aggregative Materials" , *Engng . Fract . Mech .* , 16,4, pp. 467-481,1982.
- 11- M. Arrea and A.R. Ingrafea , "Mixed Mode Propagation in Mortar and Concrete" , Report No. 81 , Department of Structural Engineering School Civil and Environmental Engineering , Cornell University , Cornell .
- 12- S.E. Swartz L. W. Lu, L. D. Tang and T.M.E. Refai , "Mode II Fracture Parameter for Concrete from Beam Specimens" , *Exp. Mech.* ; 28, 2, pp. 146-153,1988.
- 13- Z.P. Bazant and P.A. Pfeiffer , "Shear Fracture Test of Concrete , *Material and Structures* , 19,110,pp. 111-121, 1986.
- 14- D.A. Hodijk, J.G.M. Van Mier , and H.W. Reinhardt, "Material Properties , Fracture Mechanics of Concrete Structres from Theory To Applications" , *RILEM* , (ed. L. Elfgren ), pp. 67-127, 1989.
- 15- K. Liu, B. I.G. Barr and J. Watkins , "Mode II Fracture of Fiber Reinforced Concrete Materials" , *Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete* , 7,2,pp.93 -101,1985.
- 16- J. Watkins and K.L.W. Liu, "A Finite Element Study of the Short Beam Test Specimen under Mode II Loading" , *Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete* , 7,1, pp. . 39 - 47,1985.
- 17- N. A.B. Yehia , "Experimental Assessment of Shear Transfer on Bonded Interface between New and Existing Concrete" . *J. Egyptian Society of Engineers* , 34,4,pp. 10-15 -1995 .



Table 1- Comparison of fracture toughness parameter  $K_{IIc}$ 

REF.	Specimen Type	a/w	$f_{cu}$ ( $f'_c$ ) N/mm <sup>2</sup>	$K_{IIc}$ N/mm <sup>2</sup>
Swartz et. al [12]	Beam	0.5	67.6 (54.1)	
Exp. (1)				101.18
Exp. (2)				12.48
F.E.				7.97
Watkins [16]	Shear*	0.25	—	15.7-17.4
present	Shear	0.5	40(32)	
Eq. 1				74.02
Eq. 2				52.34
Eq. 3				47.43

(1) Based on energy method

(2) Based on Taba's formula for  $K_{II}$  [24]

\* Mode II and closing mode I prevail

Crack initiation angle from the tip of the predefined crack has been also measured for all possible specimens. Fig. 14 shows that the initiation angle generally decreases as a/w ratio increases. However, the main remark in this figure is that the propagation angle is usually within the range of  $\theta_0 = 0.0^\circ$  to  $\theta_0 = 60^\circ$ . This range is considerably less than the propagation angle predicted by Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM) which is usually reported to be within  $70^\circ$  to  $90^\circ$  (25-28). Angles with negative sign in this figure have been neglected in calculating the average since they represent only 3% of angle measurements.

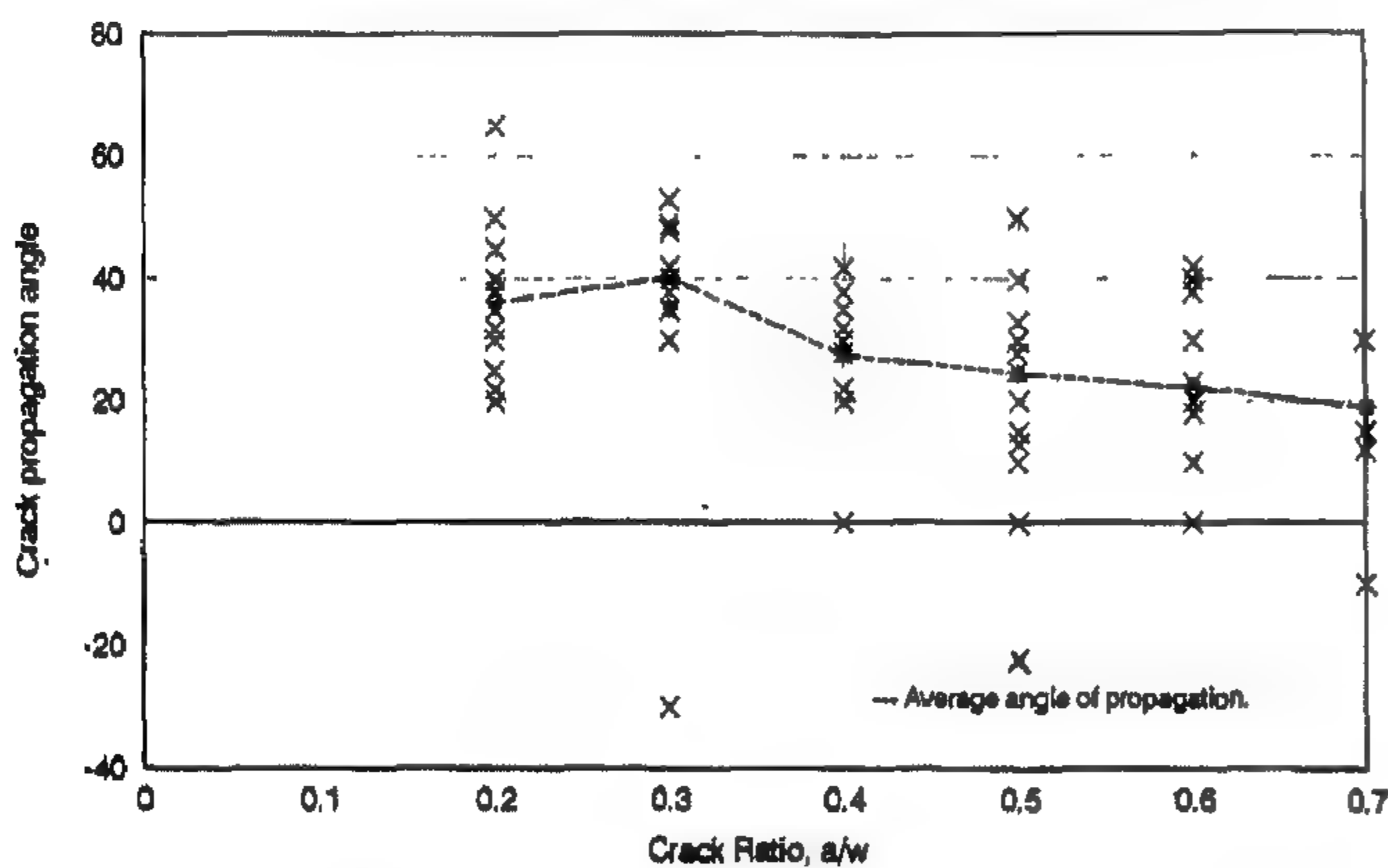


Fig. 14- Mode II crack propagation angle versus crack ratio a/w

## 6- CONCLUSION

The experimental program and results presented in this paper can be concluded in the following remarks:

1- The push-off shear specimen with central crack located on the shear plane parallel to the shear force and along its axis represents real mode II fracture for the very early stages of fracture. Physical testing of mode II seems to be possible for concrete.

2- Fracture energy determined as the area under the load-slip curve between zero load and the maximum attained shear Load decreases linearly as a/w decreases up to a/w = 0.5. It becomes almost constant minimum for a/w > 0.5.

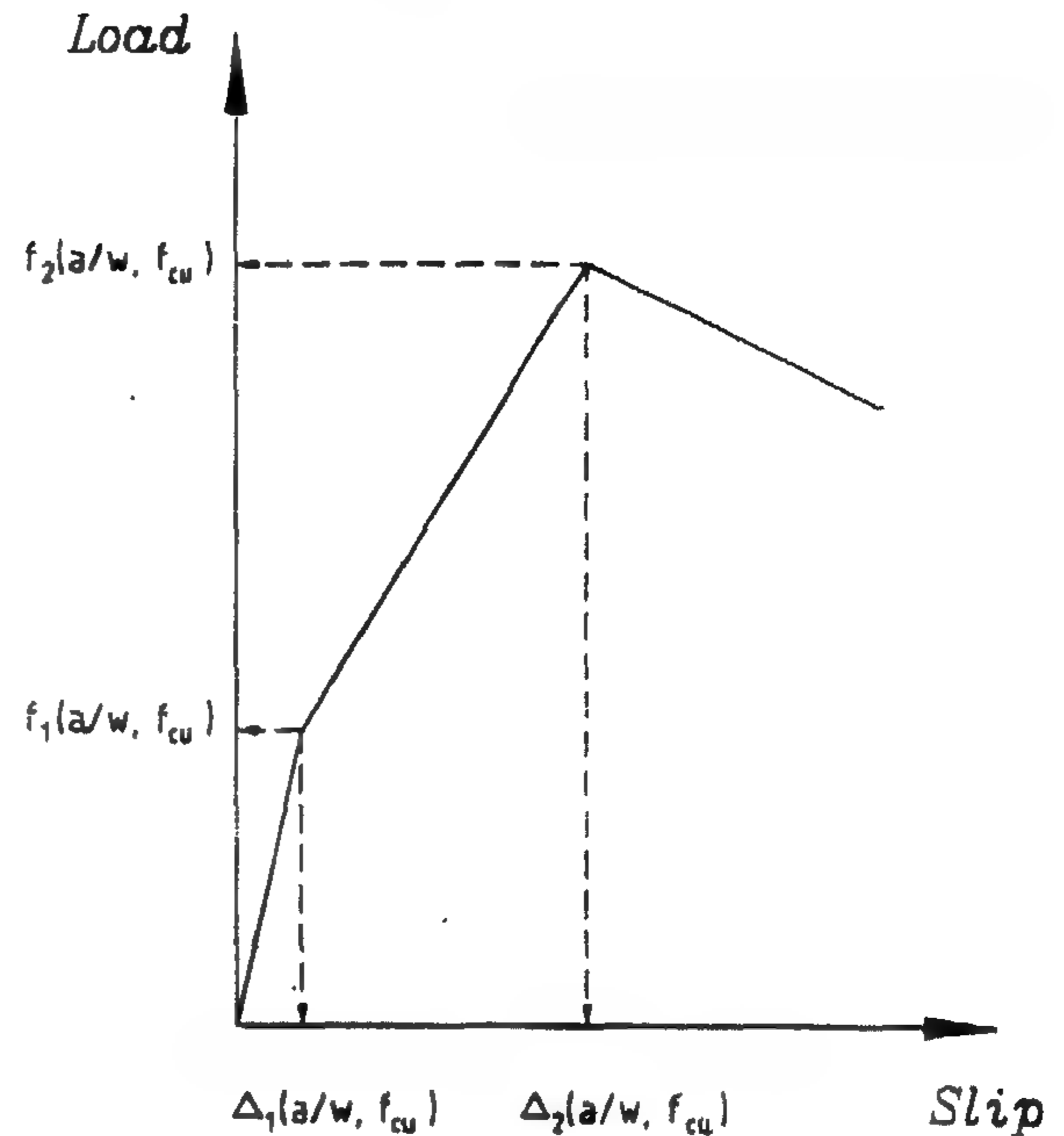


Fig. 15- Proposed idealized curve between zero and maximum loads.

3- Fracture energy of mode II obtained by push-off shear specimens is about 10 to 30 times that one of mode I for concrete available in literature.

4- Mode II fracture toughness parameter,  $K_{IIc}$ , obtained through fracture energy of a real mode II testing is suggested to be obtained as a function in shear modulus  $\mu$ , instead of Young's modulus  $E$ . This seems, more appropriate when mode II fracture is assured. The proposal produces  $K_{IIc}$  in closer agreement with analytical values obtained by elasticity solution.

5- Observed crack propagation angle of the tested specimens shows a noticeable deviation from propagation angle predicted by LEFM. Experimental observations reported propagation angle between  $20^\circ$  to  $40^\circ$  with crack axis in the direction of the fictitious couple of shear forces along crack surfaces. Larger values were observed for larger a/w ratios. LEFM predicts angles between  $70^\circ$  to  $90^\circ$ .

6- Crack propagation in most specimens tends to become parallel to the axis of the original crack after propagating for some small distance in mode II.

7- Load - slip curves for tested specimens show that there is a general trend of behavior between zero and maximum load. An idealized curve for this stage is expected to be dependent on some parameters such as:

Crack ratio a/w, concrete strength  $f_{cu}$  ( $f'_c$ ), and aggregate size. Figure 15 shows schematically such an

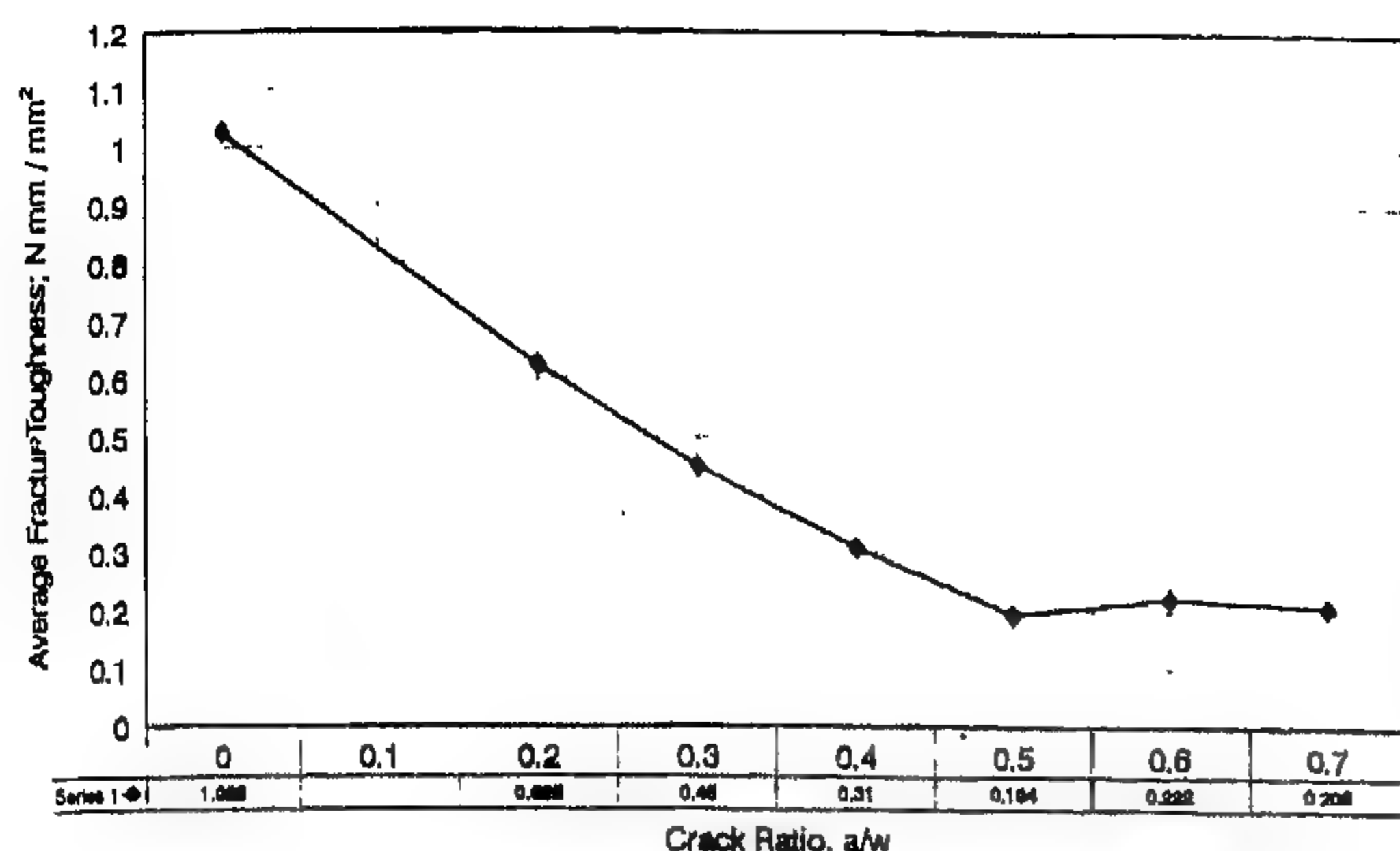


Fig. 11- Average fracture toughness versus crack ratio a/w .

The critical stress intensity factor of mode II can be calculated from the experimental test data as follows (assuming plane strain conditions as a result of the thick specimens) (22) :

$$K_{IIc}^2 = (E / (1 - \nu^2)) G_{II} \quad (1)$$

where :  $G_{II}$  is the fracture toughness,  $\nu$  is Poissons ratio and  $E$  is Youngs modulus of the material . It is worth mentioning that for aggregative material , since  $\nu$  is always low, i.e less than 0.2 , the difference in  $K_{IIc}$  for plane strain and plane stress conditions will always be within 2% .

Strength tests on concrete cubes have shown that the average concrete strength at 28 days is  $f_{cu} = 40 \text{ N/mm}^2$

(  $f_c = 32 \text{ N/mm}^2$  ) . Consequently , Youngs modulus of concrete has been taken  $E_c = 27.44 \text{ N/mm}^2$  and Poissons ratio  $\nu = 0.17$  .

Figure 12 shows the calculated mode II stress intensity factor for different a/w ratios. It can be seen that the minimum mode II stress intensity factor is attained at  $a/w \geq 0.5$  and is equal to  $76.6 \text{ N/mm}^{3/2}$  . This is about 3.2 to 4.5 times the values of  $k_{IC}$  for concrete reported in (7) , about 2.3 to 5.5 times the values reported in (3) , about 2.45 to 2.7 times the values reported in (9) , and is about 2 to 4.8 times the values reported in (20) . These values agree well with the conclusion of many reports ( 1,12, 13, and 23) that fracture energy of mode II is about 10 to 30 times that one of mode I which corresponds to a range of 3.1 to 5.5 in critical stress intensity factors .

Since the work presented here is adhered to only shear mode failure as discussed before when post peak load behavior has been discarded , it seems more reasonable to replace Youngs modulus  $E$  with the shear modulus  $\mu = [ E / 2 (1 - \nu) ]$  in the relationship between stress intensity factor and the toughness area . In other

words and for plain strain condition , equation (1) may be replaced by :

$$K_{IIc}^2 = ( \mu / (1 - \nu^2) ) G_{II} \quad (2)$$

Eq . (2) should result in mode II stress intensity factor about 30% less than that one obtained through Eq. (1) . The critical stress intensity factor for mode II will then be  $54.16 \text{ N/mm}^{3/2}$  . Mode II stress intensity factor can also be calculated from the experimental test results as presented by Tada et al . (24) :

$$K_{IIc} = \tau \nu \pi a f_1(s) \quad (3)$$

where :  $\tau$  = shear stress on crack surface .

$a$  = half crack length .

$f_1(s)$  = function in half crack length  $a$  and the distance from crack surface to the traction free boundary .

A comparison between the values of mode II stress intensity factor obtained through Equations 1 , 2 and 3 is shown in Fig . 13. Table 1 shows a comparison with other available published data .

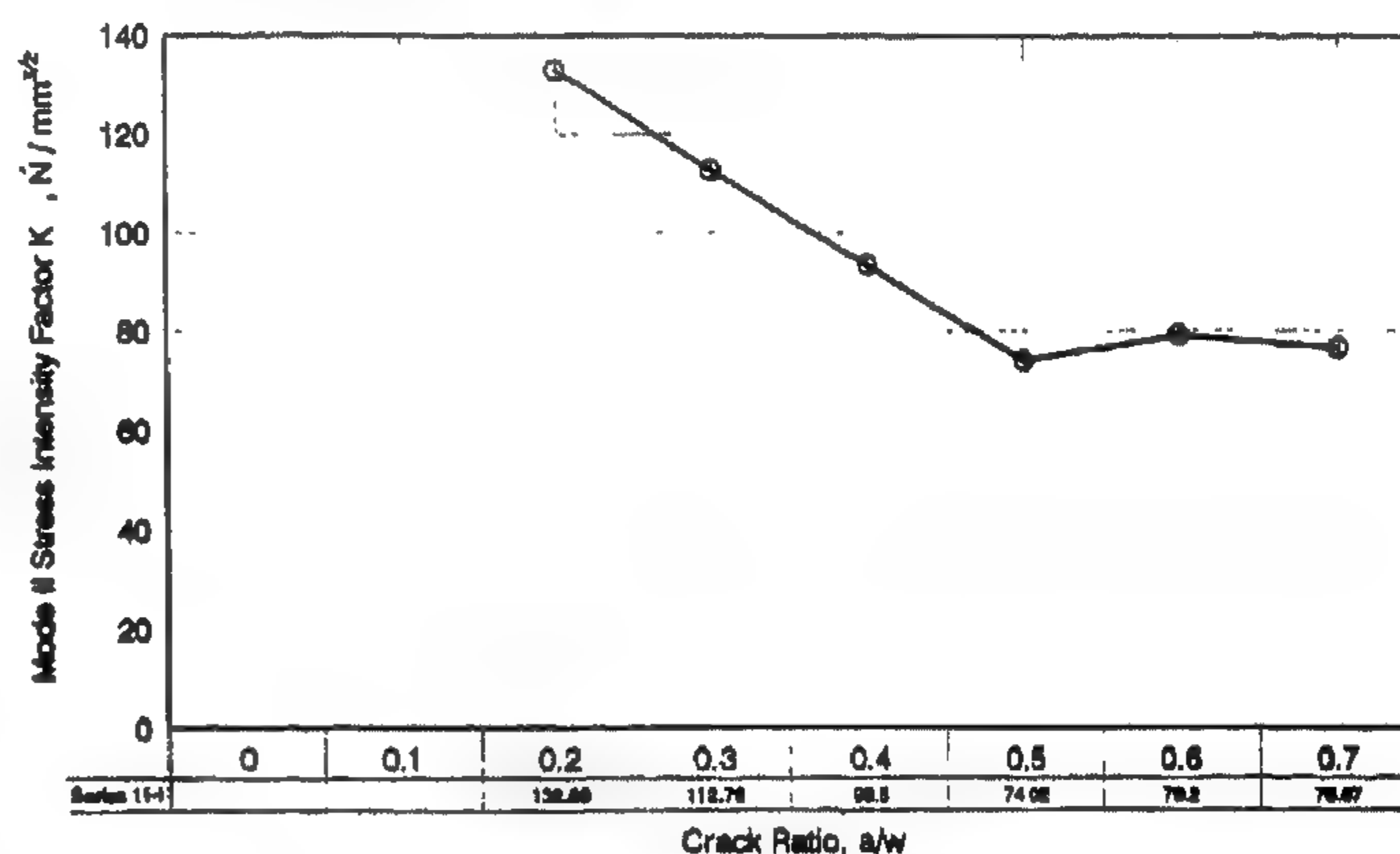


Fig.12- Mode II stress intensity factor versus crack ratio a/w .

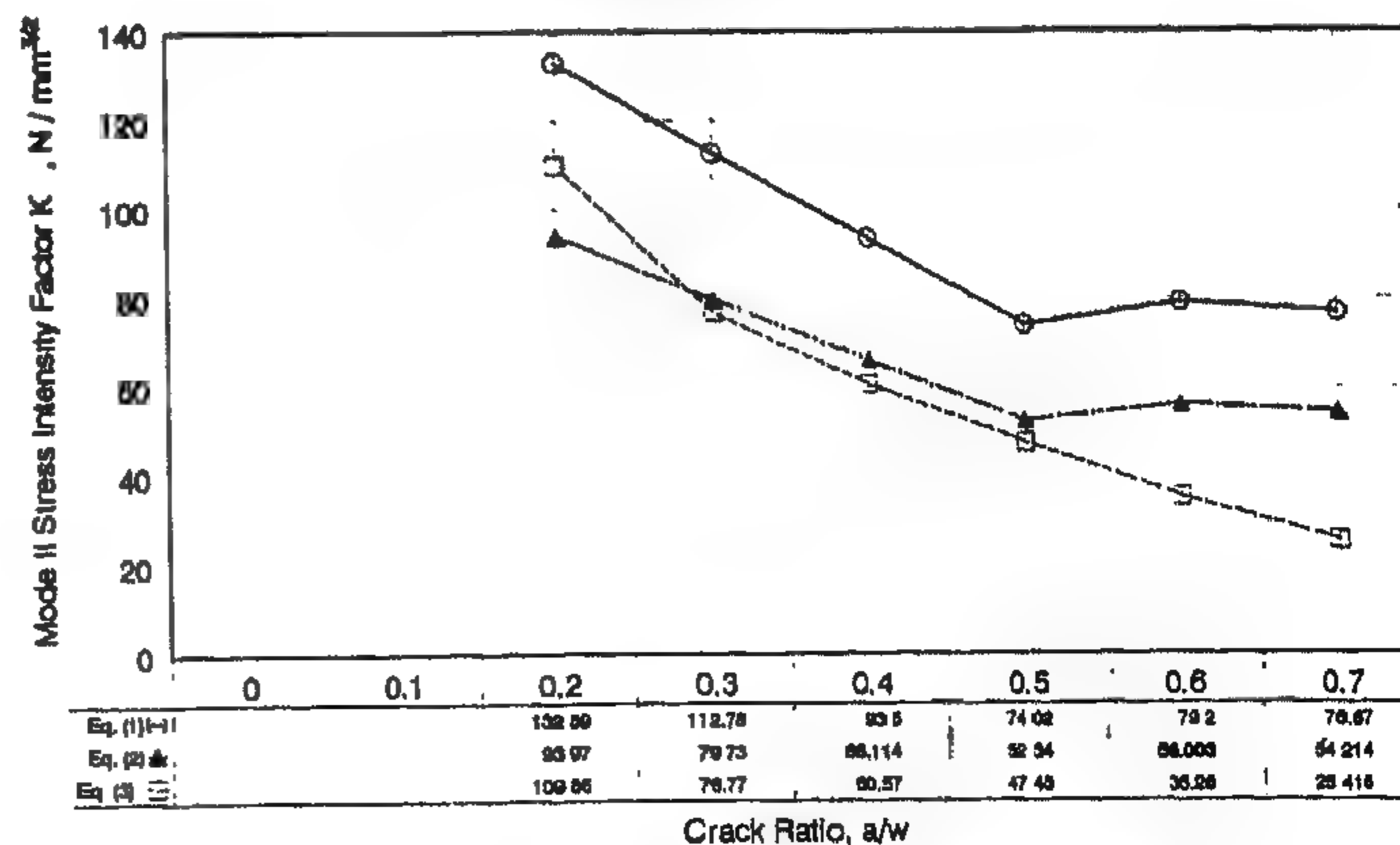
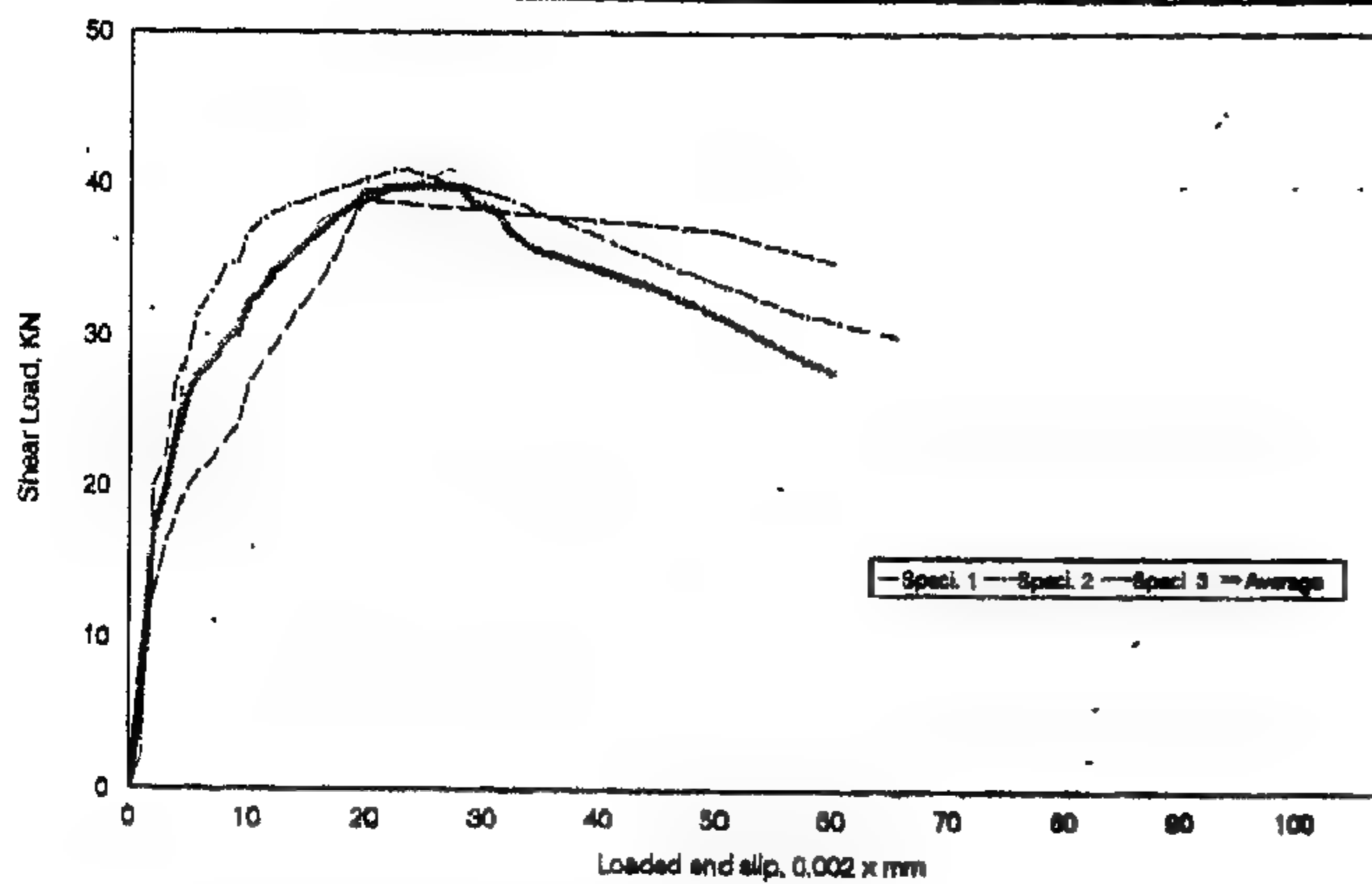
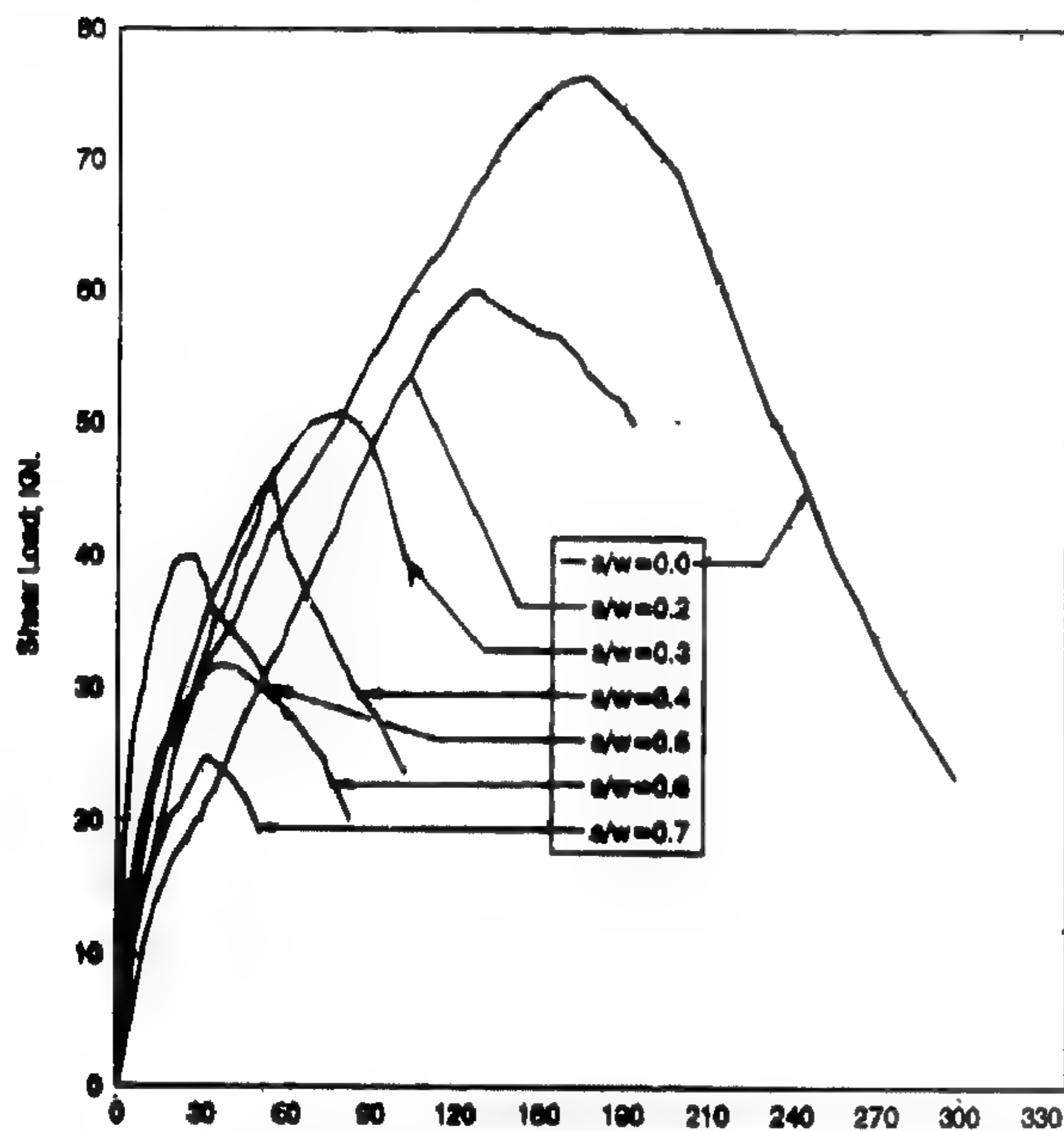
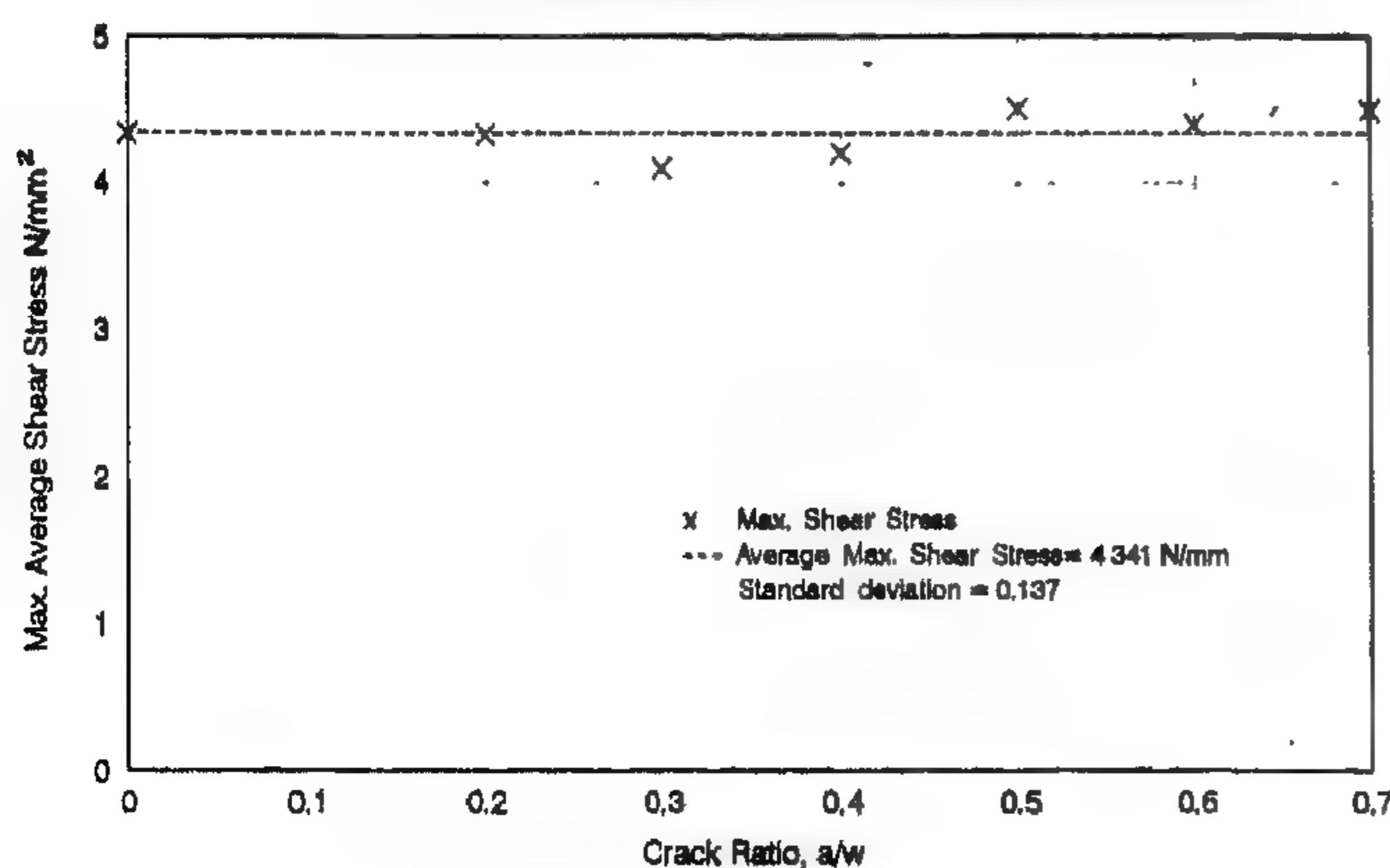


Fig. 13- Comparison of mode II stress intensity factor versus crack ratio a/w .



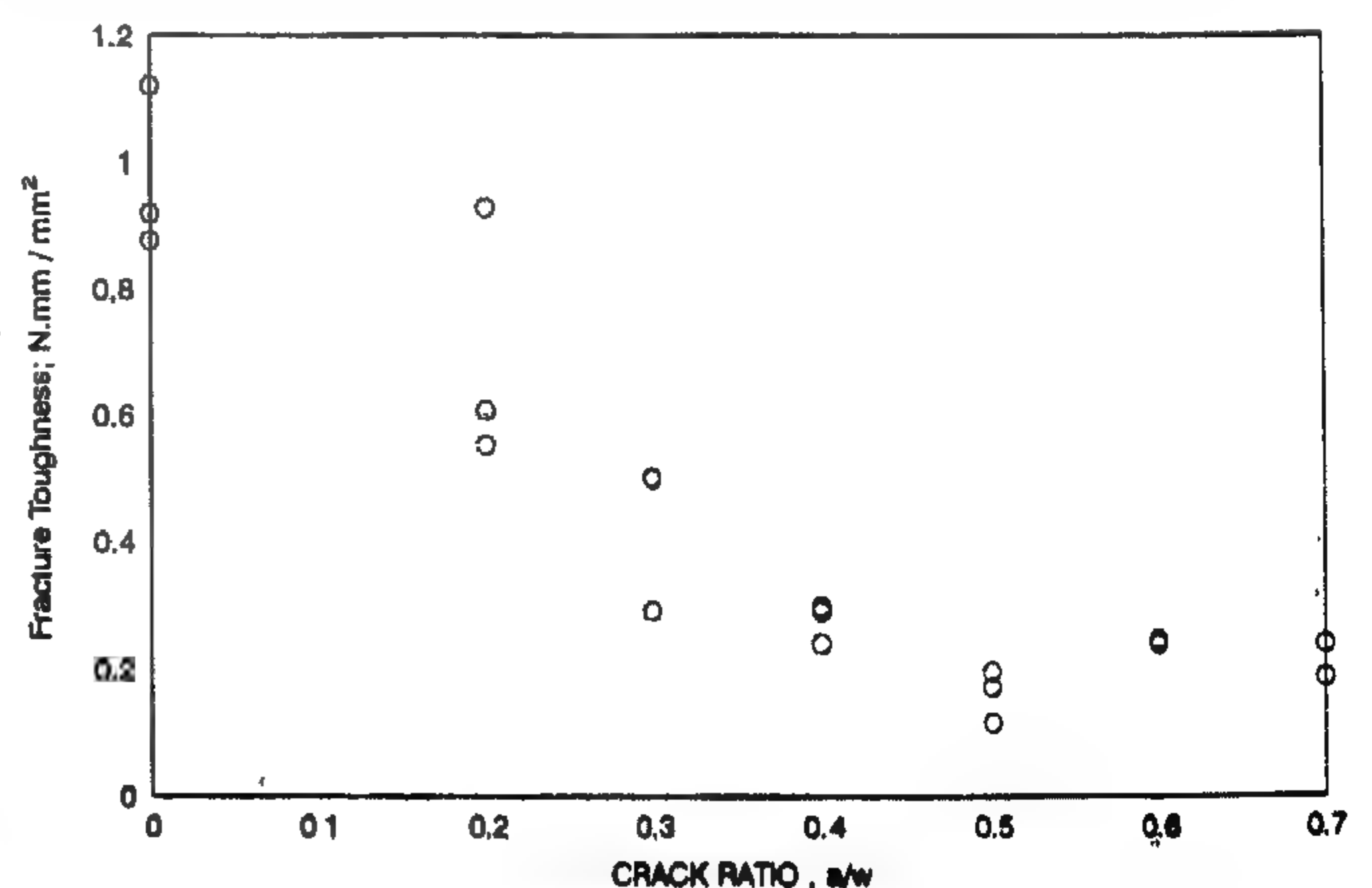
Fig. 7- Shear load-slip curve for crack ratio  $(a/w) = 0.5$ Fig. 8- Load-slip average curves for different  $a/w$  ratios.Fig. 9- Average maximum shear stress versus crack ratio  $a/w$ .

It has been noticed that fracture always starts by crack initiation from the tip of the predefined crack when load almost reaches the maximum load. Once this happens, crack propagates for some distance and as load decreases, other cracks start to develop in the vicinity of the original crack but away from the interface shear plane. They propagate and get

opened more rapidly than the original crack. Those cracks are developed, apparently, due to principle tensile stresses. Since the main interest in this report is Mode II fracture, the post peak load behavior, being a mixture of Mode I and Mode II cracks, becomes of no interest. Apparently, results based on that part only of the load - slip history will represent a lower bound. A similar approach has been adopted in Ref 18. Therefore, and in order to capture the crack pattern of the test specimen, testing was usually terminated early enough before reaching the complete rupture of the specimen.

Hence, the descending part of the load - slip curve is shown only for limited comparison and can not be used to identify any fracture parameter for Mode II. With this in mind, the crack opening displacement (being actually started in all specimens after reaching the maximum load) becomes of no interest within the scope of the present work.

The energy absorbed to cause crack initiation from the predefined crack is defined as the area under the load - slip curve between zero load and maximum load attained on the curve. This energy is called fracture toughness of the material. Figure 10 shows the fracture toughness for all  $a/w$  ratios considered divided by the respective uncracked shear ligament area along the shear plane. Figure 11 shows the fracture toughness as determined from the average curve for each  $a/w$  ratio. Figures 10 and 11 show that fracture toughness decreases almost linearly from maximum at  $a/w = 0.0$  to a minimum at  $a/w \geq 0.5$ . This last observation agrees well with Swartz et.al (12) observation for mode II testing of beam specimens. It also agrees well with Carpinteris observation (19) for Mode I testing. Similar phenomenon has also been observed in Mode I testing of concrete compounds reported in (20) where 0.6 represents the crack ratio where fracture toughness becomes minimum. However, an opposite observation has been reported in (21) with fiber reinforced concrete.

Fig. 10- Fracture toughness versus crack ratio  $a/w$ .



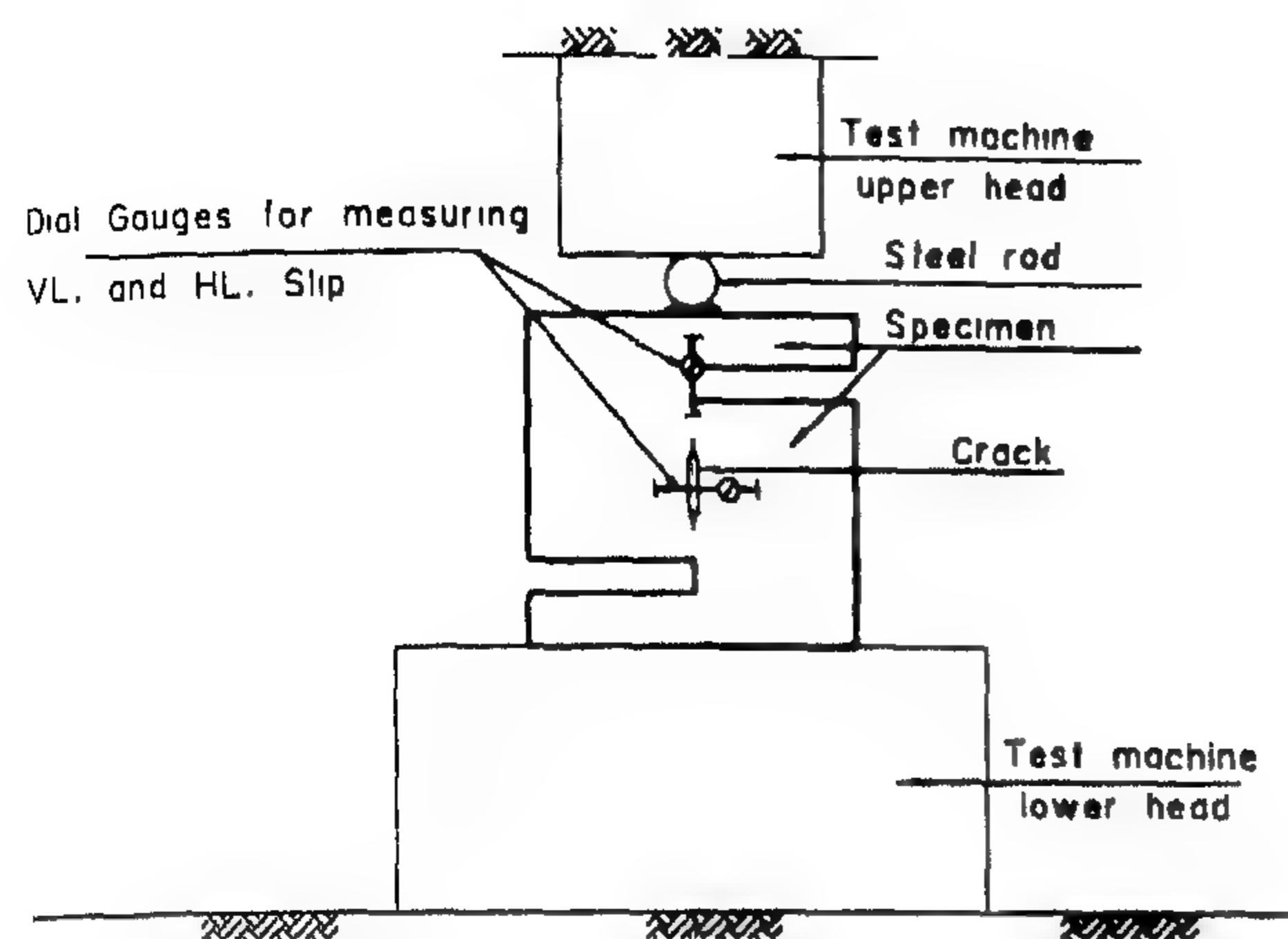


Fig.3- Test arrangement of push-off specimens .

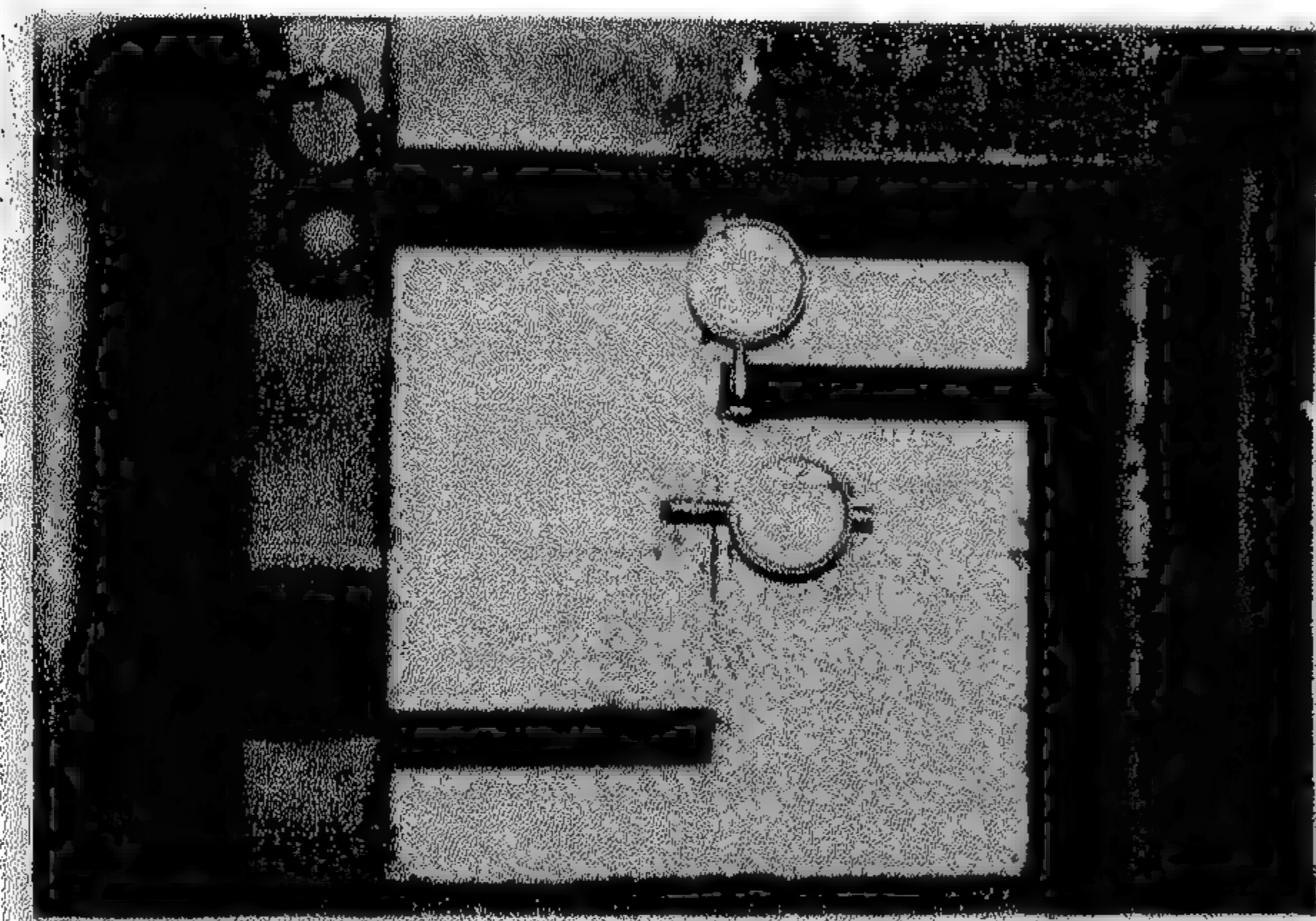


Photo 1- Test specimen with dial gauges attached .

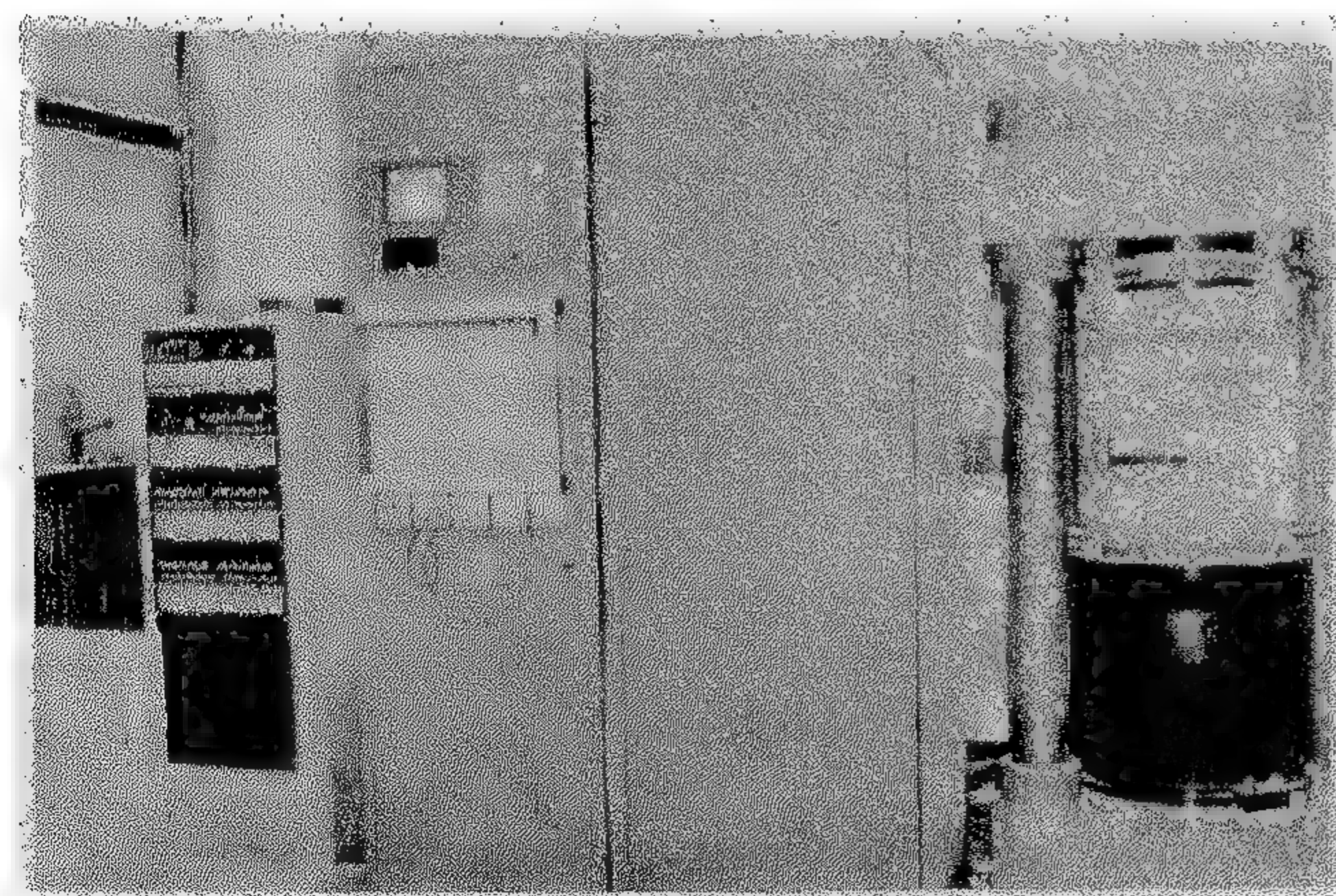
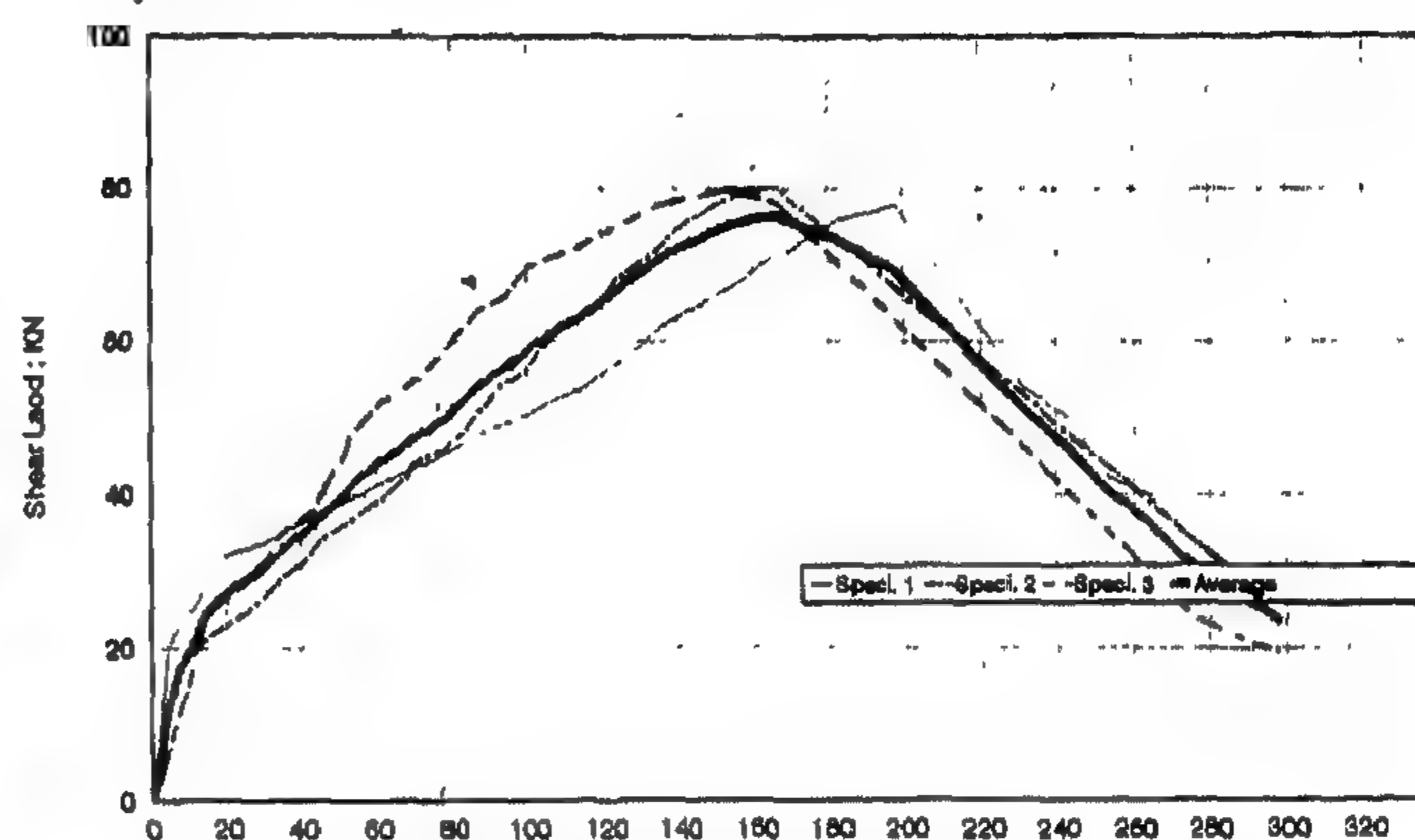
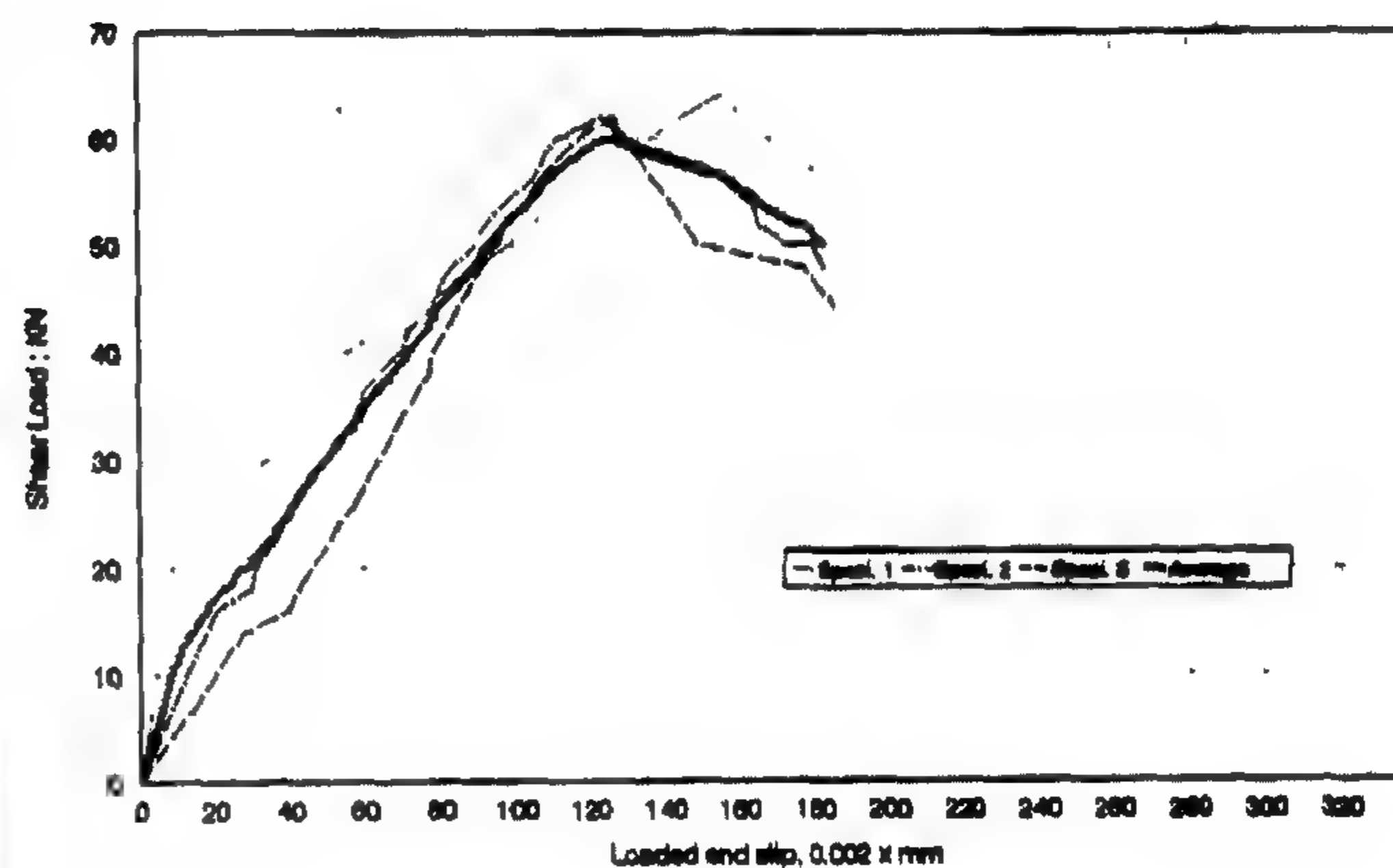
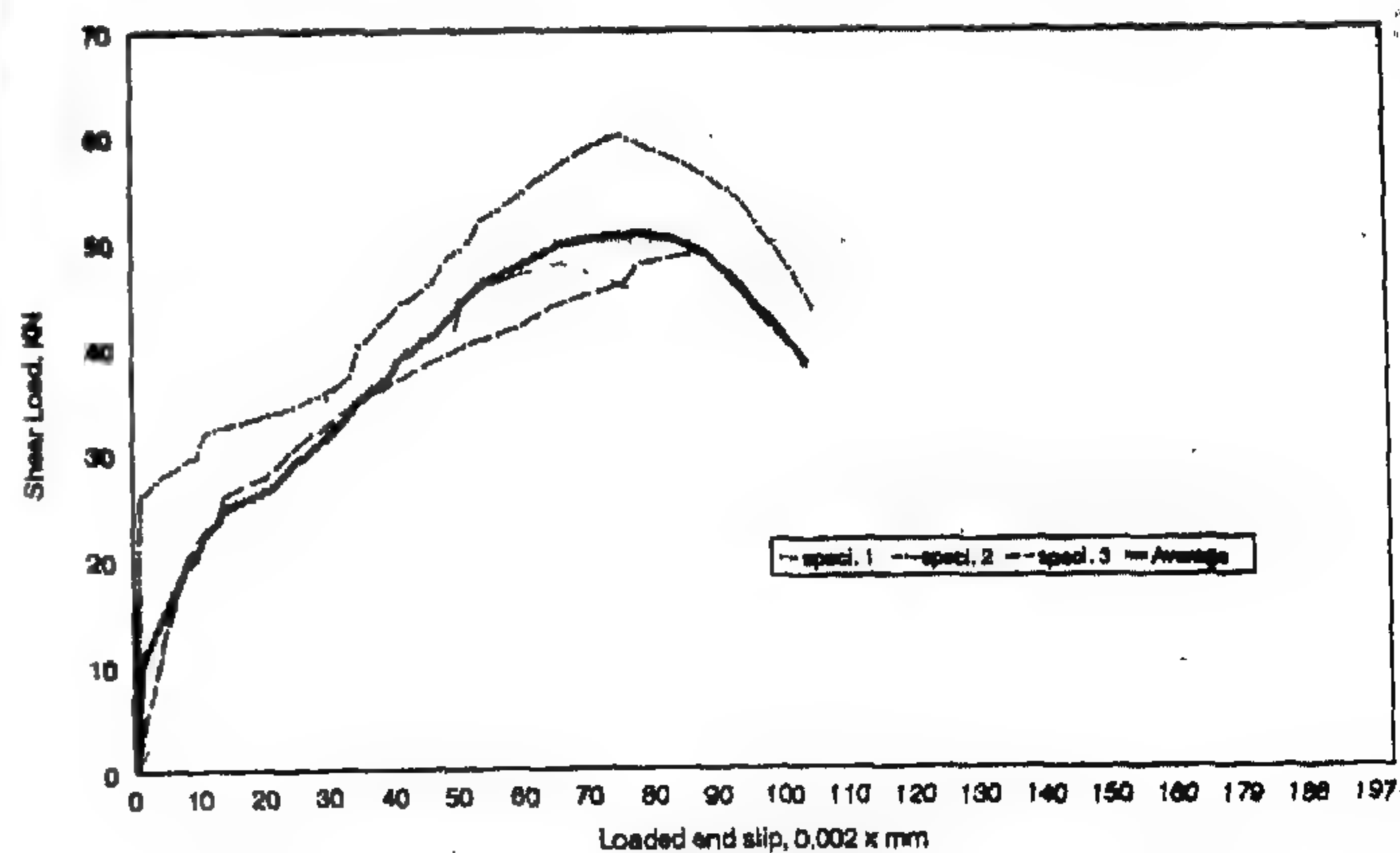


Photo 2-Test machine and arrangement.

$w = 0.0$  ,  $0.2$  ,  $0.3$  , and  $0.5$  respectively . As can be seen, the average curve shows the average load at any specific vertical slip . Therefore , the maximum shear load attained by test specimens for a specific  $a/w$  ratio may not appear on the average curve . Figure 8 shows

the average load -slip curve for all  $a/w$  ratios. Figure 9 shows the maximum average shear strength for all test specimens. The overall average shear strength as shown in figure 9 is  $4.341 \text{ KN/mm}^2$  with a standard deviation of  $0.137$  . Shear strength is defined as the peak shear load attained divided by the shear ligament area defined as the interface area  $b \times w$  minus the crack area  $b \times a$ , where  $b=130\text{mm}$  is the width of the specimen.

Fig.4- Shear load-slip curve for crack ratio  $(a/w)=0.0$ Fig.5- Shear load-slip curve for crack ratio  $(a/w) = 0.2$ Fig. 6- Shear load-slip curve for crack ratio  $(a/w) = 0.3$



for smaller values of  $a/w$ ; i.e. for  $a/w$  lower than 0.4, another type of inserts, shown in figure 2b, is used. The insert of figure 2a is easier to be removed after concrete hardens. Crack ratios considered in this work are: 0.0, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, and 0.7. Three specimens were cast for each ratio to allow for more accurate average results for each  $a/w$  ratio.

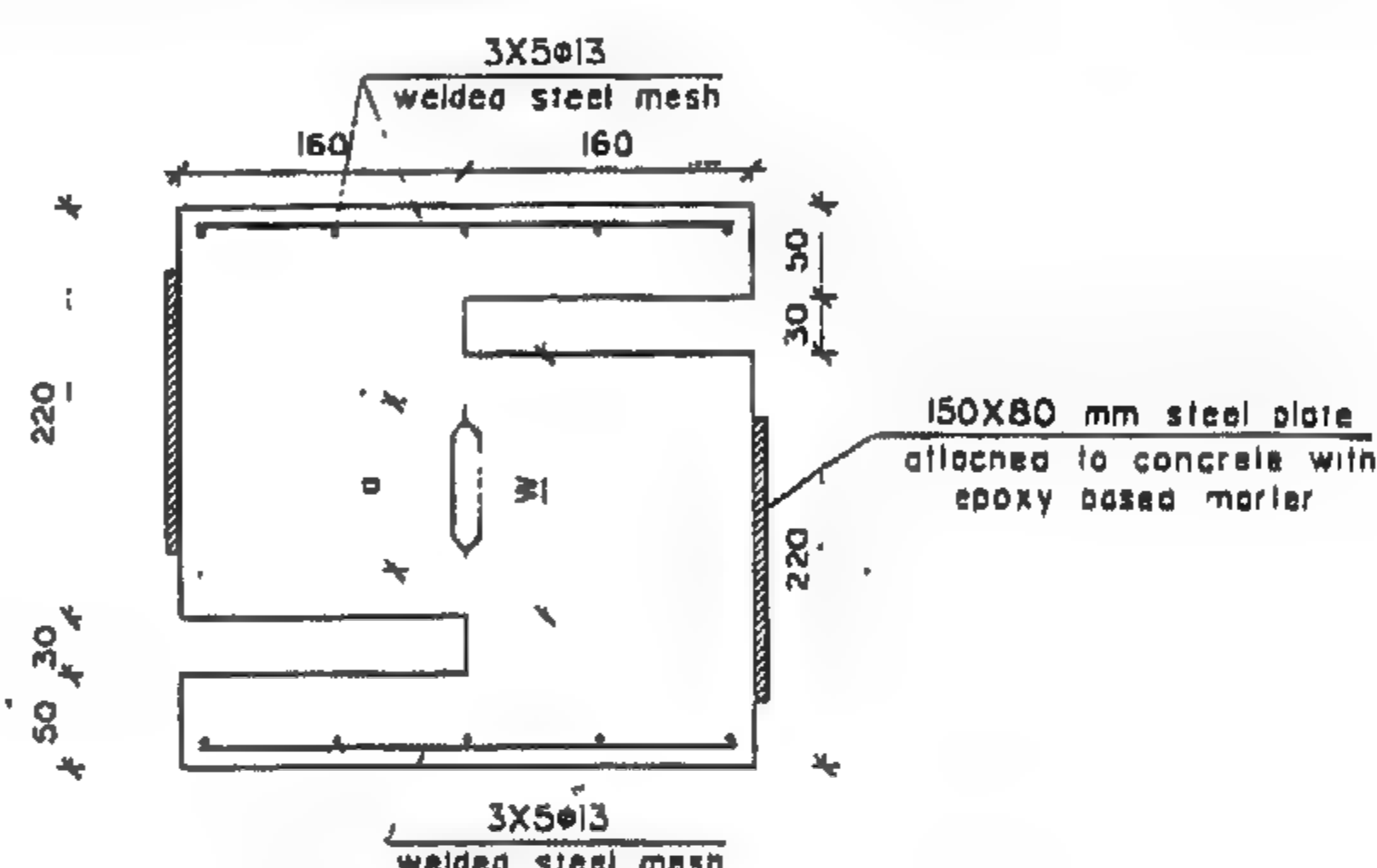
Mix proportions of concrete by weight were: 1: 2.14 : 3.97 for cement : sand : gravel respectively with water cement ratio of 0.5. Maximum aggregate size of gravel was 12.5mm. Gravel was always washed with potable water and left to dry in air before use. Mechanical mixing and compaction were always used. Three cubes were cast for each  $a/w$  ratio in order to test concrete strength at the time of testing. Side shuttering were removed 24 hours after casting. While steel inserts were removed about 48 hours after casting. While concrete cubes were left in water for 28 days for curing, shear specimens were left in humid air at 20°C until testing.

Vertical reinforcement in shear specimens, as usually used (17), was omitted in this case to prevent any rotation in the specimen due to miss alignment of the steel cage that might be induced during casting, as well as to eliminate any local effect of reinforcement on the crack behavior. However, early testing showed tension cracking, starting from outside concrete surface parallel to interface crack and propagating towards the interface, may result in premature failure of specimens. External strengthening of specimens was then adopted to prevent the occurrence of such crack. This strengthening was achieved by 80 x 150 x 0.6 mm steel plates adhered to concrete surface of the specimen using epoxy-based mortar as shown in figure 1.

#### 4 - TEST ARRANGEMENT

Figure 3 shows schematically the test arrangement. The push-off specimen was positioned so that the interface crack is aligned vertically along the centerline of the upper and lower heads of the testing machine. Vertical relative displacement (slip) and crack opening displacement at the upper tip of interface crack were monitored using a 0.002mm accuracy dial gauge placed on the two sides of the specimen. Testing had been conducted in the Concrete Research Laboratory of Cairo University, using a 3000KN capacity displacement controlled machine. Load was applied incrementally with a constant low displacement rate of 0.02mm/min. Readings of all instrumentation were recorded initially before applying load and at a load interval of 2KN. Test time elapsed to reach the peak load for a single cracked specimen ranged between 10-25

minutes. Vertical slip at interface was recorded from the dial gauge readings since the machine readings for displacement give the overall displacement of the machine heads, the test arrangement, and the specimen. In order to assure vertical alignment of the applied load with the two crack tips of the interface crack, a steel rod was positioned between the upper head of the machine and the top of the specimen, see figure 3. Photo 1 shows the test specimen with dial gauges attached while photo 2 shows the testing machine and arrangement.



\* All dimensions in millimeters

Fig. 1- Shear specimen with interface crack of length "a", width of specimen is 130mm.

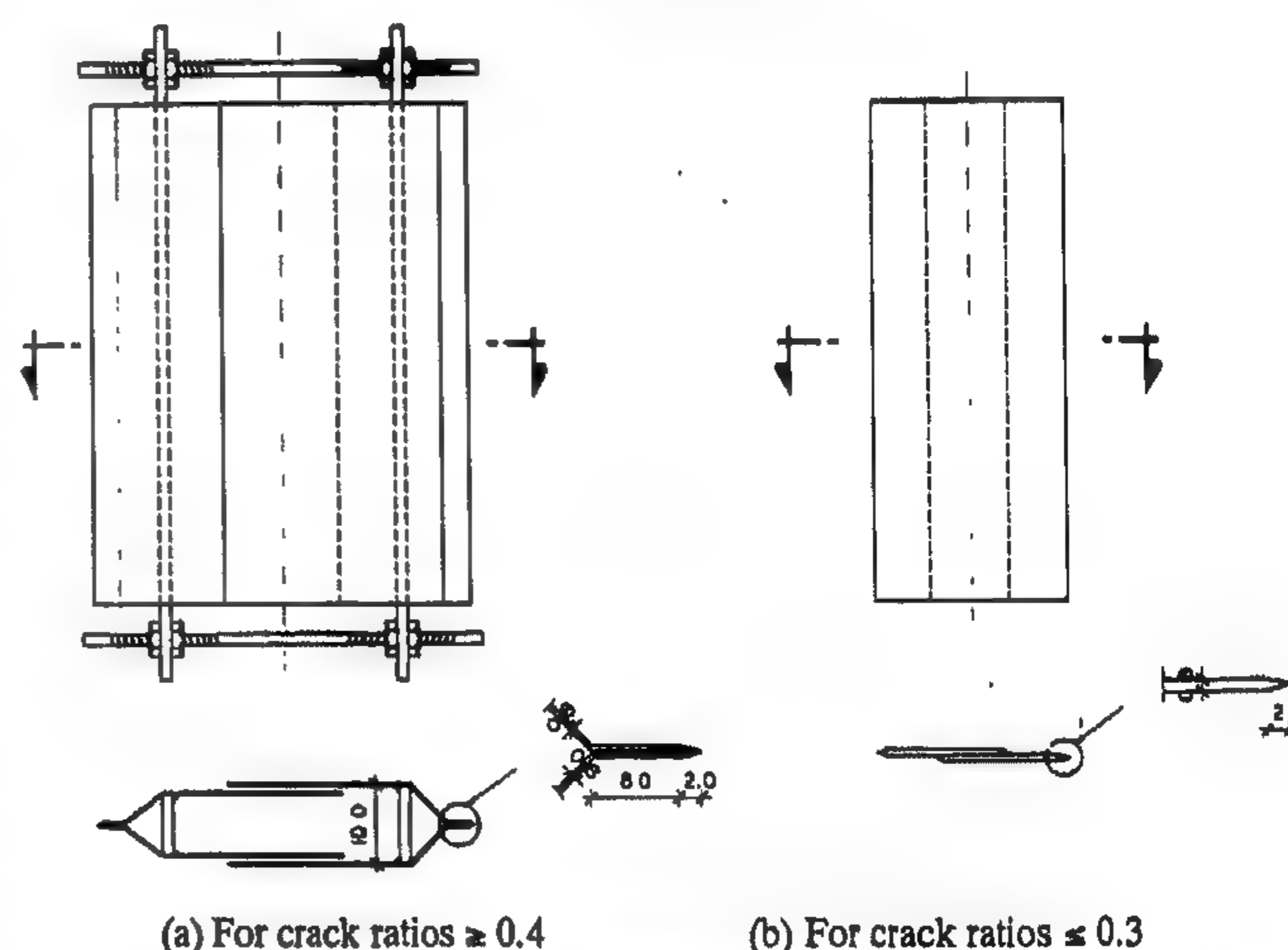


Fig.2, Steel inserts used to define crack in concrete specimens.

All dimensions in millimeters

#### 5 - RESULTS

Both vertical slip and crack opening readings were recorded through out the loading history of all specimens. The self weight of the upper half of the specimen along with the steel rod shown in figure 3 (being 0.153KN in total) has been neglected in all calculations. Results of every three specimens representing each  $a/w$  ratio have been averaged in one single average curve. Samples of test results and the average curve are shown in figures 4,5,6, and 7 for  $a/w$



# ON MODE II FRACTURE TOUGHNESS OF CONCRETE

By  
Nabil A . B . Yehia \*

## 1- ABSTRACT

This paper presents experimental research work aimed at determining fracture toughness of concrete in Mode II fracture . Twenty one push - off specimens were used for this purpose and tests were carried out using a displacement controlled compression testing machine . Specimens vary in crack length while crack width and concrete strength were kept constant . Fracture toughness is determined as the area under the load - slip curve up to the peak load . Fracture toughness parameter  $K_{IIc}$  is determined as a function in fracture toughness and young's modulus of the material . It is then compared to the available experimental and analytical data . Crack propagation angle has been compared to that one predicted by Linear Elastic Fracture Mechanics .

## 2- INTRODUCTION

For tow dimensional stress states in general , it may be presumed that crack propagation would take place under the combined action of mode I ( opening ) and mode 2 ( sliding ) fracture . In concrete , however , the effect of aggregate interlock , which leads to volume dilation , tends to resist crack propagation in any mode other than opening (1) .

Several investigators have shown interest in fracture testing of aggregative material ( e . g . 2-9 ) . They have tried to standardize experimental techniques for such materials , but the results have often shown disagreements and inconsistencies . The critical stress intensity factor for Mode I fracture ,  $K_{IC}$  , often appears as a function of specimen size and crack length instead of as a material constant . The wide variability in reported values of  $K_{IC}$  for aggregative materials has been usually attributed to non - linear effects , as micro - cracking at the crack tip , and to slow crack growth . However , the nonlinear effects , although are evident in metallic materials , they have not always been found in load - displacement diagrams of aggregative materials (10) . Mode II testing of concrete , being difficult to achieve in physical testing , has had less attention by fracture testing researchers . Arrea and Ingrafea (11) and Swartz et al. (12) used a four-point shear beam with one notch . They have shown that propagation in their type of test occurs in Mode I, hence concluded that shear failure as such does not exist but cracks are caused by the largest principal stress and are perpendicular to the direction of that stress . Bazant and Pfeiffer (13) used a double edgenotched beam with narrow shear zone . They concluded that shear fracture exists , i.e. the crack can propagate in Mode II . Bazant claimed that the shear

failure is likely to form as a zone of inclined tensile microcracks which only later connect by shearing . This suggests that crack propagation direction is governed by the criterion of maximum energy release rate than by the largest principal tensile stress (14). Push-off specimens shape had been used by Liu et al. (15) to determine the critical stress intensity factor in mode II loading of fiber reinforced concrete . However, their test arrangement and specimen turned out to represent mixed mode fracture (closing mode I and shear mode II) since the two crack tips are not aligned so as to lie on the shear plane . This is evident in the finite element analysis reported in (16).

In this paper , shear specimen with central through thickness crack along shear interface is used to model real mode II fracture of concrete . Crack is varied in length with respect to the interface ligament dimension . Energy method is used to determine the fracture toughness parameter  $K_{IIc}$  for concrete . It is believed that  $K_{IIc}$  determined from a pure shear mode test should open the door for determining concrete shear capacity for design purposes .

## 3- EXPERIMENTAL PROGRAM

Twenty one push-off shear specimens with mode II cracks were cast and tested to investigate some fracture parameters of mode II . Typical details of shear specimen used are shown in figure 1 . Mode II crack was modelled by using steel inserts with different lengths so as to obtain the required  $a/w$  ratios ; where "a" is the crack length and "w" is the interface ligament length . For high  $a/w$  ratios ; between 0.7 and 0.4 a typical insert shown in figure 2a is used , while

\* Associate Professor, Structural Engineering Department, Cairo Univeristy, Giza, Egypt.



past decade . In the oil business, host countries and partners have streamlined their business and used the creativity of people to stay competitive. The gas industry needs to make use of the experience of the oil market to avoid practices that may lead to destabilization of the market . The purpose of studying the oil case is to accelerate the process moving towards a single world market for gas .

But the future of the oil industry under uncertain product price still depends on how the industry will manage the challenge , on how to cooperate , on how to efficiently use technology , and on how to design the right management structure to implement the required changes and innovations in our business in order to turn this situation to our advantage . We are confident that the future will bring good opportunities .

## REFERENCES

- 1- Axel Commichan : *"Natural Gas supply Options for Europe - Are Distant Supplies Affordable ?"* OPEC Bulletin , May 1994 PP 8-12 .
- 2- Oil and Gas Journal : *"European Gas Demand Will Be Strong to 2010 ; Costs Cloud Supply Picture"* . May 16 1994, PP 32 , 51 , 52 .
- 3- OAPEC : *"Natural Gas in the Arab World , Fifth Arab Energy Conference"* , Cairo May 7-10 , 1994 .
- 4- World Energy Update : *"Market Fundamentals Point Toward Oil Production Shortages"* by Turn of Century , April 1995 , P 5
- 5- Hamdi El Banbi : *" How To Cope with Flat Oil Prices ?"* Keynote Speech , 9 th. Middle East Oil Show , Bahrain , March 11-14 , 1995.
- 6- Hamdi El banbi : *" Coping with the Perspective of Flat Oil Prices "*, 6 th. Repsol -Harvard Seminar on World Market , S' Agaro , Spain June 12-14 , 1995 .

models of contract for each task independently has been the rule. Generally, such policy of fractionating tests increases overheads; i.e., more contracts to manage, more paperwork, more permits, and more support services to provide to contractors. This policy increases the probability of interface problems between contractors handling successive tasks, rather than contracting for each task independently. The oil and gas company can elect to bundle the tasks and contract for fewer suppliers with a larger workscope and fewer interfaces in the process. This leads to reducing overhead and changing the relationship between oil companies and contractors by developing mutual alliances and better use of resources.

In fact integrated services are nothing new. Certain companies have already used this approach for quite a number of years. Service companies have pooled resources to better face challenges posed by the market factors and grouped activities to manage cost and to improve quality of products and services offered to operators: a win-win situation for both parties.

An example where integration pays out is in turnkey jobs. The day is not far off when it will be common practice for oil companies to award turnkey contracts for field development, drilling and well completion. When risks and rewards are shared in an appropriate manner all parties will have equity in the final result. Instead of being penalized for underperformance, the contractor will be a partner with the oil company to share risk, and rewards.

Arrangements like this are already beginning to surface in North America and the North Sea. We need to encourage similar practices in other areas as well.

9. **Promote fair gas pricing based on the environmental advantages gas offers to the consumers.** Gas the - least pollutant of fossil resources -ought to obtain a higher market price per calorie than other forms of fossil energy. Current gas prices compared with those of oil are not fair on either the basis of calorific content or the environmental advantage of gas. Natural gas is an environmentally friendly and efficient fuel. It possesses a unique combination of chemical and physical properties which make it a highly desirable energy source. Low CO<sub>2</sub> emissions emanate from its combustion and its gaseous state allows for an optimal mixture with air. These benefits, when combined with competitive pricing, explain the popularity of gas in environmentally conscious areas.

This popularity can be used to activate market mechanisms that promote higher market price for gas.

10. **Establish a world gas market.** There is no world gas market today in a way similar to that of oil. One may talk about three or four distinct markets. Today, the Major regional gas trade movements are:

- \* From Canada to the US, trading natural gas through pipeline.
- \* From the countries of the former Soviet Union to Western Europe, trading natural gas through pipeline.
- \* From the gas producing countries of Asia and Australasia to Japan, LNG is traded through special tankers.
- \* From countries of the Arabian Gulf to Japan and Korea: LNG is traded through special tankers. This trade avenue is expected to develop substantially after the discovery of huge gas reserves in Qatar. Future customers of this market will include India and China.
- \* From North Africa to Southern Europe across the Mediterranean, trading natural gas and LNG.

In general, these markets are segmented and consist of groups of bilateral and multilateral agreements demonstrating that gas is still considered a regional commodity. Each of these regional markets has its distinctive traits: Limited independence, independent financial institutions and suppliers, and different modes of transportation and supply.

However, these regional markets are not completely isolated from each others. What happens in one market affects the other markets. They share the same environmental concerns, and believe in the environmentally positive role of gas. These shared concerns are factors that work in favor of having a single world gas market.

Gas as an international commodity, is young, relative to oil which is now a mature world market with 40 to 50 years of history and achievements. Despite the fact that gas has its specific transportation, processing and handling requirements, the gas industry needs to study and learn from the oil market experience to avoid practice that may lead to destabilization. The purpose of studying the oil case is to accelerate the process moving towards a single world market for gas.

## CONCLUSION

The industry has learned many lessons during the



Also successful operators will form alliances and long-term business partnerships with key vendors to provide turnkey services that are today conducted in-house at high costs. The industry will benefit because the services will be provided at the lowest possible cost while maintaining or even exceeding today's standards for quality.

Office support systems should be re-designed and re-engineered from the bottom up. Support activities are being out-sourced or shared. This allows the oil companies to concentrate on what they know best: discovering and selling commercial quantities of oil and gas. The business focus on core competencies and outsourcing non-core work reduces overhead costs.

**5. Help some developing countries to build their infrastructure** and improve their standard of living in order to use more oil and gas instead of depending basically on wood and forest in satisfying their basic energy needs. Energy consumption per capita in these countries is still far below the international average. Boosting oil and gas consumption will improve the market conditions by increasing demands and, therefore, reducing excess oil in the international market. As a result, this will help preserve rain forests and green surface areas for the global benefit of all.

**6. Develop management systems** in ways that can support technical and business goals. In other words, force paradigm shifts in our work processes. The purpose of change is to develop enhancements in business that could not have been developed through intensive use of technology alone. Improved management processes lead to better utilization of available resources by applying the new management concepts of partnering, alliance, and total quality management. Such work processes accelerate implementation of other actions. A clear competitive advantage exists for those organizations who will align management systems with other organizational components. The outcome of the application of these managerial practices will help reduce cost and will add value to the business without expensive investment.

Some companies in the Egyptian Oil Industry have already stated the process of total quality management. They subjected their systems to analysis. This is the same as we all do for technical operations.

**7. Develop partnerships** based on long-term mutual cooperation and trust to improve work conditions and

to develop exploration for oil and gas. Partnerships will allow fair competition between companies to compete for optimizing exploration costs, reduced cycle time, and optimizing the way of discovering and replacement reserves. long-term survival and the leading role of the industry will depend on how we share the load of applying new technology, protecting environment, and meeting other challenges we all face. Partnerships between consumers and producers must be long-term. Oil and gas projects, by nature, involve huge investments that pay back after long years of stable prices and regulations.

World wide, alliances and partnerships are becoming an increasingly popular vehicle for cost and risk management. The relationship between operating companies and vendors and contractors is being redefined. In a partnering arrangement, the focus shifts from customer and supplier relationship to the quality and the cost of the total work process. All parties benefit by reducing total cost and removing non-value added work from the entire enterprise. An essential requirement for successful partnering is a collaborative relationship founded on trust, integrity and open communication. Partnering and international cooperation are very important in the gas industry. Producers, consumers, and transit countries need to join efforts to reduce risks and to ensure the continuous supply of gas to destinations.

Without partnering to share expertise and experience, many of the big projects may not be economical. There are specific examples of this world-wide cooperation:

- \* Industry has shared investment in R&D and in applying new technology. This cooperation has allowed the industry to venture in hostile areas and deep water prospects that were not considered viable without technical cooperation between concerned parties. Several operators have already pooled their technology, resources, best practices, and manpower to develop minimal offshore structures to reduce exploration costs and to allow for exploration in remote deep water, previously avoided because of huge sums required for exploitation.

- \* Company scout-check meetings have multiplied to enhance mutual cooperation between investors and other partners to move from free-competition to competitive cooperation.

**8- Integrate services.** The desire to reduce cost and improve business efficiency without compromising the quality of work, is the primary drive to integrate services for many of the oil companies. Conventional



order to stay competitive. In their continuous effort to cut costs, the companies have implemented restructuring, reengineering, and downsizing programs to improve work efficiency. These efforts have resulted in a massive manpower reduction. Many of the laid off staff have left the oil industry. The return of these experts to the oil and gas industry is not guaranteed.

No programs have been planned for the replacement of qualified staff when business needs dictate. Optimists forecast that the industry will recover and activities may pick up near the end of the century. The industry may not have enough experienced manpower when the demand for qualified staff picks up in the future.

Addressing problems raised by these three challenges (high investments, environmental constraints, and rightsizing) need special effort, especially with a flat market price.

### HOW TO FACE THESE CHALLENGES ?

The answer to this difficult question requires basic changes in mindset and in ways of running the business. In order to be profitable petroleum companies are and will remain under constant pressure to reduce exploration and production costs, while governments will continually look for ways to attract more capital for investment. The following highlights actions for successful solutions to overcome these challenges.

1. **Promote cost awareness in international gatherings.** The Society of petroleum Engineers (SPE), the American Association of Petroleum Geologists (AAPG), The Society of Exploration Geophysicist (SEG), The Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC), and other specialized organizations hold meetings to brainstorm and exchange ideas on issues of concern. Cost optimization is one of these topics. Such conferences generally encourage creative thinking for the benefit of the industry. Continued low prices will mean more requirements for innovations and the use of new technology to reduce cost. In these and similar conferences, the industry needs to discuss ways to manage the application of new technology, and to manage the joint efforts of petroleum and service companies to develop a relationship for maximum efficiency.
2. **Create an international climate to enhance development of technology and technology transfer** in order to gain benefits from recent scientific advances. Benefits include cost reduction either directly or indirectly through minimizing operational

or technical risks. There are specific examples to cite in this direction:

- \* The application of 3-D seismic techniques has decreased to a great extent, the risk involved in petroleum exploration through providing a more accurate assessment of all key elements. The novel 4-D technique is another promising tool that will develop further industrial benefits when integrated with static and dynamic reservoir information.

- \* Advances have also been realized in field development and exploitation, preventive maintenance, horizontal drilling, completion equipment and techniques, production facilities, use of minimal offshore structures, reservoir characterization and enhanced recovery techniques. This approach has been particularly successful in Egypt. I am sure that the same approach has paid off in other countries too.

Many of the host countries have already assessed their oil and gas policies and environmental regulations to facilitate the transfer of technology and expertise. This will improve competitiveness, and to create new opportunities for the industry. Such efforts aid in producing oil gas at a cost that could still keep the industry profitable<sup>(3)</sup>. The end-result of the application of advanced technology is already paying dividends by reducing investment risk and production costs.

3. **Optimize local consumption of liquid products and develop the use of natural gas in the producing countries to spare more resources for exportation.** Only recently, natural gas has been used as a source of energy in the countries of the Middle East. Developing the use of natural gas will also help producing countries in the Middle East to free up oil resources for export. Oil spared through optimization efforts or by developing the use of natural gas is oil available for the international market without building new facilities or without additional expensive investment.
4. **Pay close attention to cost management.** In an era of continued low prices, successful oil and gas companies and suppliers are constantly searching for ways to work smarter and reduce overhead costs. Successful corporations will have specialized operating business units in drilling, seismic operations and other disciplines not only to provide services to mother corporations, but to provide services to outsider customers. By not limiting services to corporations, the business units can therefore be used full time instead of being idle for part of the time when there are no activities.



about in the world . Change has been our constant companion. To-day , the more explicit reserves have already been discovered . However, the remaining opportunities may still be considerable . In order to meet future energy demands and to add new reserves, the industry has no alternative but to apply the latest state - of - the art technology , to heavily invest in oil and gas new ventures and to cooperate in securing a supply of energy for future generations . In traditional ways these efforts require higher oil price than what is now . The challenge is how to do all of these while coping with present flat oil prices .

### CHALLENGES FACING THE OIL INDUSTRY

Whether we like it or not , depressed oil prices will continue as we march forward into the 21st century . The industry will be expected to secure an energy supply for future generations under flat-price conditions . To do this, we must seek ways for the oil and gas industry to cope with flat prices and future financial requirements of the business. We must adapt our plans to this situation . Ingenuity and creativity will be required to align policies with the economic environment to survive the harsh challenges that have developed during the last decade .

Also , the industry has to accommodate more expensive techniques and expect smaller - size or marginal oil and gas discoveries than those we were accustomed to in the past. This is especially true when these discoveries are close to consuming areas . The contributions of these discoveries could be very important , if they are handled properly .

The international petroleum industry in its sustained efforts to optimize resources in a cost conscious environment has been working under certain challenges:

#### \* Requirements for large investments :

Because of production declines and reduced revenues , the industry reacts by reducing investment in marginal , hostile , and environmentally challenging areas and tends to invest only in lucrative , easy ventures. Exploiting new discoveries in frontier or hostile areas may need larger investments.

In the case of gas ventures , exploitation and marketing operations can be more expensive than oil . Investment in these expensive ventures is contingent upon market prices for energy , especially oil . For example , yearly future gas demand will increase from 1689 million tons of oil equivalent (MMTOE ) in 1990 to 2786 MMTOE in 2020 <sup>(3)</sup> which represents about 65% increase over 30 years . One third of the

requirement will be needed by the year 2000 and could be made available by contract extensions and comparatively inexpensive expansion of existing facilities . The remainder will require investments that could vary between 6 and 13 billion US dollars per project . In total, satisfying these new requirements may require as much as 1000 billion US dollars to be spent on gas development and supply projects, mostly after the year 2000.

Needless to say , the willingness to invest these huge sums of money depends on how gas supply costs compare with the market's ability to pay for gas <sup>(2)</sup> . However , irrespective of gas price , financial institutions will help only if their investments are safe and / or returns are high.

Therefore , suitable oil prices allow the national gas distributor to pay gas prices at the border and to market these volumes to inland gas customers in competition with oil prices . In the example of Europe , an oil price level between \$ 25 and \$ 35/ barrel is needed to generate border gas net backs equal to the corresponding gas supply costs <sup>(1)</sup> . The question is how these projects will materialize at significantly low , flat oil prices of the order of US \$ 16 / barrel .

\* **Environmental Constraints** will affect future exploration and production of hydrocarbons . There is a tendency to place a disproportionate share of the blame for environmental problems on the petroleum industry . This represents a serious concern to us. Traditionally , measures have been oriented towards protecting man against nature's forces. Today , the need is to protect nature from man's activities . Environmental risk and cost/benefit analyses shall inevitably become a basic component of local as well as international oil industries.

The Petroleum industry is very seriously taking into consideration the environmental issues . It is now mandatory to exercise sustained efforts to protect the public environment and the citizens' lives by minimizing the dangers of pollution . The oil and gas industry should do so in the same professional manner as it is done in exploration and production activities . Host countries using both local and foreign experience , have started enforcing environmental standards to make operations clean , efficient , and profitable .

\* **Rightsizing Requirements** : The drastic fall of oil prices during 1985-1986 have contributed to the decline of the net revenue of majors and other operators . Companies have optimized investments and taken diversified measures to cut cost of operations to reduce costs and to face severe shortages in capital supply in



# IMPACT OF UNCERTAIN OIL PRICES ON INVESTMENT AND INTEGRATION EFFORTS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY . \*

By  
**Dr. Hamdi El Banbi**  
 Minister of Petroleum, Egypt



## ABSTRACT

A rapid review of the energy resources situation in the world to-day shows the important role oil and gas have in human life . The world's economies will continue to rely on oil and gas as a major energy source . It is absolutely critical that policy makers - governments , the investment decision makers , and oil companies - cooperate in securing a supply of energy for our future generations .

The international oil industry , in its sustained efforts to optimize resources in a cost conscious and challenging environment has been working under several constraints : reduction in investments, environmental issues and policies , and workforce optimization . The paper highlights recommendations to face these challenges.

## INTRODUCTION :

Energy resources situation in the world these days emphasizes the importance that oil and gas have in the world energy market :

\* Coal , beside wood , the oldest known fossil source of energy , contributes about 27 percent of today's world primary energy consumption . Coal still has to become cost competitive to oil and , more practical for every day use relative to gas . In addition , coal is less competitive than oil and gas because of the environmental results from its extensive mining and burning . It is expected that the future coal share of total world-wide energy will stagnate or even drop below the current levels .

\* Hydro Electric resources count for 2.5 percent of the energy utilization world-wide . There could be a room for some expansion pending on investment in new hydraulic projects.

\* Nuclear energy, which represents about 7 percent of the world's energy consumption , needs further technical progress to overcome serious environmental and safety concerns.

\* Renewable resources , such as solar and wind energy, count for a fraction of one <sup>(1)</sup> percent of the total energy consumption. These renewable resources are exotic and require further development to solve technical and practical problems before they can

reasonably compete with oil and gas alternatives . They are not yet available on an industrial scale , but can have important place in unique , yet small , applications.

\* Oil & gas are and will remain , by far , the principal sources of energy for the foreseeable future . Alone , they supply about 63 percent of the world's consumption of primary energy . World wide , gas reserves seem more geographically diverse than current oil reserves. Also , gas reserves have been developing at a faster pace during the last two decades. If gas reserves continue to develop at such rates, they will surpass those of oil in the not very distant future .

With this world map of energy consumption for the next century in mind , oil and gas will account for the major part of the world's energy. The world will continue to rely on oil and gas as the primary energy source. Demand for oil is projected to grow at a rate slightly less than 2 % per year in real terms. At present, excess production capacity is within 2 MMBOPD of demand and supply should continue to exceed demand probably till the year 2005. By the year 20100, demand could outstrip production by as much as 11 MMBOPD. <sup>(4)</sup>

The oil industry , over the last one hundred years , has experienced as much change as it has brought

\* Published in the American Petroleum Technology Journal on 6th Feb. 1996.



## CONTENTS

### • ARABIC SECTION

- **Designing with Behavior Settings (4)  
An Application in Public Space Design**  
Dr. Ahmed M. Salah Eddin Ouf ..... 3
- **Municipalities**  
Prof. Dr. A.Kh Allam ..... 12
- **The Late Dr. Moh. Fahim Sakr ( Eulogy )** ..... 13
- **The Late Dr. Ali Mohamed Kamel ( Eulogy)** ..... 14
- **The Late Ex. Minister Eng.**  
Abdel Wahab Selim El Bishri ( Eulogy ) ..... 16

### • ENGLISH SECTION

- **Impact of Uncertain Oil Prices on  
Investment and Integration Efforts in the  
Oil and Gas Industry**  
Dr. Hamdi El Banbi ..... 3
- **ON Mode II Fracture Toughness of  
Concrete**  
Dr. Nabil A . B . Yehia ..... 9
- **Plastic Design of Flared Bridge Piers:  
A Strut-and-Tie Model Approach**  
Dr. Adel Galal El-Attar ..... 17
- **Thermodynamic Analysis of Solar Heated  
Swimming Pools in Egypt**  
Dr. Wagih H . Tadros  
Dr. Mohamed A . Eissa ..... 31

- **Effect of Using Renewable Energy Sources  
on the Reduction of CO<sub>2</sub> Emission**  
Dr. A. A. El-Mallah  
Dr. K. A. Abed  
Dr. Mervat A.Badr ..... 38
- **Theoretical Analysis and Experimental  
Investigation of a Modified Compact Solar  
Water Heater**  
Dr. W.H.Tadros ..... 42
- **Tolerance of Single-Error- Correcting  
Circuits to Unidirectional Errors**  
Dr. Hssanein H. Amer ..... 51
- **Application of Zinc for Pollution Control**  
Dr. Asma A. El- Sattar  
Dr. M.M. El Shayeb ..... 54
- **Sand Movement in The State of Qatar  
and its Effects on the Urban Settlements**  
Dr. Ali Ibrahim Al- Sheeb ..... 58
- **Modelling of the Solar Box Cooker Under  
Load Condition Based on a Transient  
Analytical Concept**  
Dr. M.E. El-Swify  
Dr. W.H. Tadros ..... 69
- **Modern Access Network**  
Eng. Sabry Abd El-Fattah Badawy ..... 74

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 3 - 1996

ISSN 1110 - 1253

## EDITORIAL BOARD

Editor - in - Chief  
Dr. EL-HEFNAWI, M.

Deputy Chief Editor  
Dr. SAKR, M. F

Treasurer and Gen. Sec.  
Dr. ABD EL-HALIM, A.R.

### Members:

Dr. ABDEL-GAWWAD, T.  
Dr. ABUZEID, M.  
Dr. ALLAM, A. K.  
Dr. AMER, H.  
Dr. EL-ADAWY NASSEF, M.  
ENG. EL-ASFOURY, A.M.  
Dr. EL-HASHIMY, M.M.  
Dr. EL-SOBKY, S.  
Dr. HAWWAS, M. ZAKI.  
Dr. KAMEL, A.M.  
Dr. SELIM, M.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

- \* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
- \* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
- \* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
- \* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
- \* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
- \* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
- \* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
- \* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

### Abroad

Individuals	75 US \$
Organisations	500 US \$



# مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس - القاهرة ج.م.ع - ت ٥٧٤٠٤٨٨

ردم ١١١٠ - ١٢٥٣

المجلد الخامس والثلاثون - العدد الرابع ١٩٩٦

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التي تسهم في رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة ABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التي تنشر وهي تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفي سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا في حالات استثنائية وسيصغر أى منحني إلى تلك المقاسات .
- ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

## اشتراكات المجلة :

- داخل البلاد :
  - الاشتراك السنوى للمهندسين ٢٠ جنيها
  - الاشتراك السنوى لغير المهندسين ٥٠ جنيها
  - الاشتراك السنوى للهيئات ٥٠٠ جنيها

## ● بالخارج :

- للافراد ٧٥ دولار امريكى سنوياً .
- والهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنوياً .
- وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .
- وتعطى اولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

## هيئة تحرير المجلة

رئيس التحرير

دكتور مهندس / مصطفى الحفناوى

امين الصندوق وسكرتير التحرير

دكتور مهندس / عبد الرازق عبد الحليم

## اعضاء

دكتور مهندس / احمد خالد علام

دكتور مهندس / توفيق عبد الجواد

دكتور مهندس / حامد حسنين عامر

دكتور مهندس / صلاح السبكى

مهندس / عبد الملك العصفورى

دكتور مهندس / محمد زكى حواس

دكتور مهندس / محمد العدوى ناصف

دكتور مهندس / محمد محمد الهاشمى

دكتور مهندس / محمود أبو زيد

دكتور مهندس / محي الدين سليم

## محتويات العدد

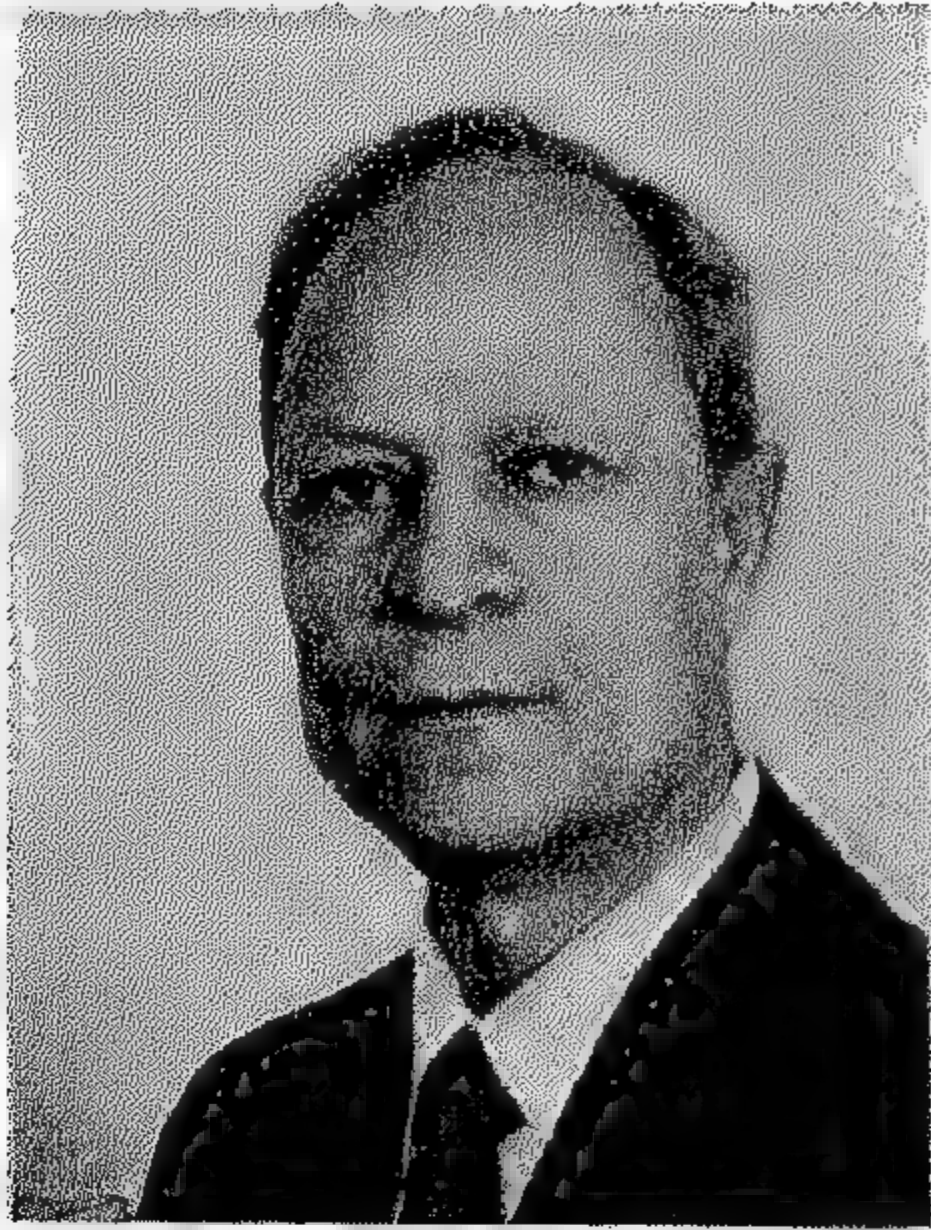
### القسم العربى

- أوضاع سوق البترول العالمية - الأزمات ونتائجها وكيفية التعامل معها  
د. م. حمدى الببى ..... ٢
- التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية (٥)  
إعادة تقييم لتصميم أحد الفراغات العامة  
أ. م. د. أحمد محمد صلاح الدين عوف ..... ٩
- بلديات  
أ. د. أحمد خالد علام ..... ١٥
- مصادر الرطوبة وتأثيرها على المباني  
د. مدحت الشاذلى ..... ١٦
- ثنائيات العمران : النور والطاقة - الريف والحضر  
الأمن والعدوان - المعنى والصورة  
أ. د. أحمد خالد علام ..... ٢٥
- تحديد السعة المثلى لنظام تخزين ، لنظام متكامل لطاقة الشمس والرياح  
د. فادية غالى ..... ٢
- د. مدوح عبد العزيز ..... ٤٧
- م. فتحى عبد العزيز صيام ..... ٤٧
- محركات محركات التيار المستمر والمحركات الحثية  
ذات توجيه المجال  
د. فاروق اسماعيل ..... ٥٢
- د. أسامة محجوب ..... ٥٢
- د. هشام الخشاب ..... ٥٢
- د. أحمد عشية ..... ٥٢
- خرائط تصميمية للمجمعات الشمسية لتسخين حمامات السباحة المكشوفة فى مصر  
د. وجيه حافظ تادرس ..... ٥٩
- د. محمد عبد الوهاب عيسى ..... ٥٩

### القسم الأفرنجى

- دراسة لبعض المواد الجديدة المقاومة للكربنة  
د. هناء إبراهيم الصياد ..... ٣
- السلوك الترددى للحوائط الخرسانية القصيرة ذات أعمدة طرفية  
د. أكرم محمد تركى ..... ٨
- التحليل اللاخطى للكمرات العميقة ذات الفتحات  
م. وائل عبد الحليم زعتر  
م. محمد أحمد على  
د. عادل جلال العطار ..... ١٣
- برامج مراقبة وإدارة نوعية المياه بوزارة الأشغال العامة والموارد المائية  
د. صفوت عبد الدايم  
د. محمود أبو زيد ..... ٢٠
- تحليل المياه مازالت البديل الأعلى سعرا بالنسبة لمصر  
د. مها توفيق ..... ٢٨
- الدور الكامن لمعدات الموقع فى آليات التنمية العمرانية  
د. عمر محمد الحسينى ..... ٣٣
- توعية المجتمع بمنهج تحسين البيئة  
د. إيمان هاتم عيسى ..... ٤٠
- دراسة عملية فى تنشيط البكتريا المتأصلة فى المكامن البترولية لتحسين العائد البترولى  
د. عبد الوالى عبد الله عبد الوالى ..... ٦٦
- خفض درجة انسكاب المقطرات الوسطى وزيت الوقود عن طريق تحسين اللزوجة  
د. رمزى ميخائيل حبيب ..... ٧٤
- د. محمود العمري ..... ٧٤
- د. يوسف بركات ..... ٧٤
- د. فتحى مسعد عبيد ..... ٧٤
- تقييم كفاءة الحماية المنشطة فى معالجة مياه الصرف الصحى لإعادة استخدامها فى الأغراض الزراعية  
د. فاطمة الجوهري ..... ٨١
- د. فائزة على نصر ..... ٨١
- د. شوقى الهوارى ..... ٨١
- تركيب سوائيل الفرامل المحسنة المواصفات  
د. سحر فهمى الحسامى ..... ٨٦
- التحكم الرقمى فى أنظمة الجر باستخدام محول الترانزستور  
د. عبد المقصود على حجر ..... ٩١





## أوضاع سوق البترول العالمية الآزمات - ونتائجها - وكيفية التعامل معها

د. م. حمدي النببى  
وزير البترول

المجيدة ، وبسببها وما ترتب عليها من آثار وقرارات ، توالى التغييرات الجذرية فى العلاقات البترولية الدولية. فقد رفعت أوبك أسعار البترول من نحو ثلاثة دولارات إلى ١١،٦٥ دولار للبرميل.

وقد أحدثت هذه الزيادة غير المسبوقة والمفاجئة والمربكة فى السعر، والتي تفررت لأول مره من طرف واحد، ردود أفعال واسعة لدى الدول الصناعية المستوردة للبترول التي أطلقت عليها تعبير ثورة الأسعار ( الأولى ) أو " أزمة البترول".

و سارعت الدول الصناعية بإعادة ترتيب أوراقها عقب هذه الزيادة باقتراح تقدم به هنرى كيسنجر ، وزير الخارجية الأمريكى الأسبق بإنشاء الوكالة الدولية للطاقة IEA فى فبراير ١٩٧٤ ، والتي قامت بوضع وتنفيذ ومتابعة سياسات الطاقة للدول الصناعية المستوردة للبترول ، والتي ضمت كل أعضاء منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية OECD ( فيما عدا فرنسا). وقد تجاوزت هذه السياسات سياسة الدولة الواحدة إلى سياسات مشتركة، وذلك بالرغم من صعوبة إيجاد التوازن بين مصلحة الدولة ومصلحة مجموعة الدول الصناعية المستوردة للبترول .

وقد رددت الدول الصناعية أن الارتفاع الحاد فى أسعار البترول ، قد أدى إلى زيادة معدلات الركود التضخمى Stagflation ، والبطالة وتدهور موازين التجارة والمدفوعات واضطراب الأسواق المالية والنقدية العالمية... الخ.

ولكن الدول الصناعية أخذت تواجه مشاكلها بطريقة مخططة ومدروسة اتخذت عدة اتجاهات وسارعت، إلى زيادة أسعار صادراتها وخاصة إلى الدول المصدرة للبترول ، وبنسبة

ظل سوق البترول العالمى طوال الفترة منذ دخول البترول فى التجارة الدولية ، وحتى أوائل السبعينات ( أى ثلاثة أرباع القرن ) سوقاً للمشتري يتحكم فيه كارتل البترول العالمى ، وخاصة فى أهم مجالين وهما: تحديد السعر المعلن وتحديد معدلات الإنتاج . وقد خاضت الدول المضيفة المصدرة للبترول معارك طويلة من أجل تصحيح الأوضاع التى صنعها الكارتل . ولم تتمكن هذه الدول - حتى نهاية الستينات - أكثر من تثبيت أقدامها فى مواجهة الضغوط مع تحقيق زيادة طفيفة فى عائداتها البترولية ، عن طريق تنفيى الربح أو الإتاوه ، وإلغاء مسموحات التسويق ، وزيادة ضريبة الدخل على الشركات بالنسبة لبعض الدول المنتجة ، إلا أن عائد الحكومات المصدرة عن كل برميل يصدر ظل فى مستوى منخفض لا يتعدى الدولار الواحد.

ثم شهدت بداية السبعينات تغييرات جذرية ومتلاحقة فى العلاقات البترولية الدولية ، وفى سوق البترول العالميه ، لعل أبرزها نمو وتعاضم الوزن التفاوضى للدول المضيفة المنتجة .

وأدى ذلك إلى زيادات متعاقبة فى أسعار البترول ، كنتيجة لعدد من الاتفاقيات المتتالية:

اتفاقيتا طرابلس ، واتفاقية طهران ، واتفاقية شرقى المتوسط ، واتفاقية جنيف ، والاتفاقية الجزائرية الفرنسية . ودخلت الدولة المضيفة شريكة جنباً إلى جنب مع شركات البترول العالمية فى تحديد المجالين الهامين السابق ذكرهما : معدلات الإنتاج ، والأسعار .

وتوجت أحداث أوائل السبعينات بحرب أكتوبر ١٩٧٣

كما يلاحظ أنه حتى أوائل السبعينات كانت شركات البترول الدولية هي التي تدير وتقود وترسم العلاقات البترولية وهيكل الأسعار ومعدلات الإنتاج في مواجهة حكومات الدول المضيفة ، ثم تحولت العلاقات البترولية الدولية منذ حرب أكتوبر ١٩٧٣ وحتى الآن وأصبحت علاقات مباشرة بين الدول الصناعية المستوردة والدول المصدرة بشكل منفرد أو بشكل جماعي من خلال التجمعات والتكتلات ( أوبك، أبك، حوار الطاقة العالمي... الخ ).

لقد احتلت العلاقات المباشرة بين المستوردين والمصدرين المكانة التي كانت تحتلها العلاقات بين الحكومات المضيفة وبين شركات البترول العالمية ، وتوارى الدور الذي كانت تتولاها هذه الشركات وأصبحت أدوات تنفيذية لتحقيق سياسات الطاقة الدولية للدول الصناعية ولجمع المعلومات ، وتحققت فعلا العلاقات المباشرة بين المصدرين والمستوردين ولكن بصورة تختلف تماما عن الصورة التي كانت تتطلع إليها الدول المضيفة في السابق.

لقد انتهى عصر الطاقة الرخيصة مع اشتعال نيران حرب أكتوبر ١٩٧٣ ، وظهر نمط جديد للعلاقات البترولية الدولية ، وأخذت الدول الصناعية تتدخل في سوق الطاقة بطريقة مباشرة وبشكل مكثف لتوجيه أنماط استهلاك الطاقة على الأمدين القصير والبعيد، وشمل ذلك حجم ونمط الاستهلاك وحجم الطلب على البترول المستورد ، ومصادره - من أوبك ومن خارجها - وقد انتهجت هذه الدول سياسة تهدف أساسا إلى خفض اعتمادها على البترول المستورد بوجه عام وبترول أوبك بوجه خاص . وشمل ذلك أيضا فرض الضرائب على المنتجات البترولية ، ورفع أسعارها ، واتباع نظام السعريين ، أي فصل أسعار واردات الزيت الخام عن سعر المنتجات للمستهلك النهائي . كما شمل المشاريع المشتركة والأبحاث لتطوير مصادر الطاقة البديلة ، وتطوير الوسائل التكنولوجية للحفاظ على الطاقة في مختلف القطاعات الاقتصادية المستخدمة لها ، وبرمجة التطوير كما وسعرا ، وربط معدلات الطلب بمعدلات النمو الاقتصادي ، وربط كثافة استخدام الطاقة بالنتائج القومية الإجمالية ، وترشيد استهلاك الطاقة ، واستخدام سياسة الضرائب لخفض معدلات الطلب على البترول . وبذلك أمكن

تفوق معدل الزيادة في أسعار وارداتها البترولية ، وتمكنت من تدبير العجز في موازين مدفوعاتها البترولية عن طريق إعادة تدوير أرصدة الدول المصدرة للبترول واستطاعت امتصاص آثار الزيادة في أسعار البترول. والجدير بالملاحظة أن سياسات الدول الصناعية المستوردة كانت سياسات معروفة معلنة وأدوات تنفيذها كانت واضحة أمام الدول المصدرة وخاصة بالنسبة لسياسة تكوين المخزون الاستراتيجي.

و بعد ، وبسبب قيام الثورة الإيرانية ، ثم اشتعال الحرب بين إيران والعراق ( حرب الخليج الأولى ) اشتعلت ثورة الأسعار الثانية أو " أزمة البترول الثانية " ١٩٨٠/٧٩ ، وشهدت الأسواق زيادات حادة أخرى في الأسعار إذ قفز السعر الرسمي للأوبك إلى ٣٤ دولار للبرميل ، وزاد السعر في بعض صفقات السوق الحرة على الأربعين دولار للبرميل.

وكان من المتوقع أن تكون هذه الزيادة الحادة في أسعار البترول زيادة مفاجئة ومربكة ، إلا أن الدول الصناعية كانت قد استوعبت درس ثورة أسعار البترول الأولى ، واستعدت للمتغيرات الجديدة في سوق البترول العالمي بفضل تنسيق وتوحيد سياساتها من خلال السياسات الدولية للطاقة التي وضعتها ونفذتها الوكالة الدولية للطاقة في مواجهة أوبك وتمكنت من تحويل موازين القوى في سوق البترول العالمية لصالحها. وأكبر دليل على ذلك ما جرى على ساحة سوق البترول العالمية والعلاقات البترولية الدولية منذ أوائل الثمانينات واستمر حتى الآن ، والهبوط المتتالي الشديد في أسعار البترول، ولعل أكبر دليل على وحدة السياسة والهدف موقف بريطانيا والنرويج ، وهما مصدران للبترول إلا أنهما عضوتان في الوكالة الدولية للطاقة ، من عدم استقرار سوق البترول العالمية وتراجع الأسعار ، فهاتان الدولتان تصران على ترك تحديد هيكل الأسعار ومعدلات الإنتاج لقوى السوق ورفض أي تنسيق مع الدول المصدرة للبترول.

و يلاحظ أن سوق البترول العالمي ، طوال الفترة بين حرب أكتوبر ١٩٧٣ ومطلع الثمانينات قد ظلت سوقا للبائع ، ولكن منذ أوائل الثمانينات أخذ حجم الفائض في هذه السوق يتزايد، وساد هذه السوق التذبذب في الأسعار والتراجع التدريجي فيها.



وتزايد الفائض في الأسواق ولم تنفذ السياسات والخطط التي وضعتها أوبك وخاصة في مجال سقوف الإنتاج وحصص الإنتاج والتنسيق والتعاون بينها وبين المصدرين من غير أعضائها، وساعد على ذلك التناقض الحاد بين المصالح والسياسات والحروب وعدم القدرة على اتخاذ قرار جماعي أو وضع سياسة وإستراتيجية لمعالجة قضايا هيكلة التسعير ومعدلات الإنتاج ، ومواجهة السياسات الدولية للطاقة التي وضعتها ونفذتها بنجاح منقطع النظير الدول الصناعية.

ومع منتصف الثمانينات حدثت حالة من الفوضى في سوق البترول العالمي وانهارت الأسعار، واتهمت دول أوبك الخليجية المصدرين غير أعضاء أوبك بأنهم سبب انهيار السوق ، وأقدمت على إغراق السوق بكميات ضخمة متزايدة من البترول معلنة "حرب الأسعار" ونهذت مبدأ التمسك والحفاظ على السعر الرسمي واستبدلته بمبدأ " نصيب عادل في حجم سوق البترول العالمي " وفي عام ١٩٨٦ ارتطمت أسعار البترول بالقاع وبلغت مستوى متدنيا وحلت "نكسة أسعار البترول" والحقيقة أن هذه النكسة لم تكن من صنع العالم الصناعي وحده بما اتبعه من سياسات ناجحة للطاقة ، وبما أدت إليه من نتائج ، كما لم تكن من صنع المصدرين من خارج أوبك وحدهم، عندما مارسوا حقهم الطبيعي في عرض إنتاجهم البترولي في سوق حرة مفتوحة تخضع لقوانين العرض والطلب ، ولكن شارك فيها أيضا عدد من أعضاء أوبك وشارك فيها التناقض الحاد في المصالح والسياسات ، وشارك فيها التمداد في رفع الأسعار الرسمية دون التنبيه لحقيقة وضع السوق وحقيقة موازنات الطاقة العالمية.

لقد ألحقت نكسة أسعار البترول أضرارا فادحة ليس بالدول المصدرة للبترول فحسب، ولكن أيضا بالدول الصناعية المستوردة للبترول ، فقد أضررت صناعة البترول العالمية وعمليات البحث عن البترول واكتشاف احتياطي بترولية جديدة تعوض ما استخرج منها وتضيف إلى هذا الاحتياطي لمواجهة الاحتياجات العالمية المستقبلية ، وتراجعت عمليات تطوير بدائل الطاقة وتكنولوجيا التطوير ، وأضررت الاستثمارات والصناعات والاقتصادات الغربية التي كانت عائدات الدول المصدرة للبترول مصدرا أساسيا لتمويلها . وتوقفت الدول

خفض معدلات طلب الدول الصناعية على البترول. وقد أدى تراجع الطلب، مع تزايد المخزون الاستراتيجي باطراد ، واستخدامه بالسحب منه بمعدلات كبيرة في أوقات الذروة ، وتوقع ارتفاع الأسعار ، إلى الضغط بشدة واستمرار على أسعار الزيت الخام وإلى تراجع إنتاج أوبك وتراجع عائداتها .

وعلى الجانب الآخر ، جانب المصدرين، وطوال السبعينات وحتى أوائل الثمانينات كانت قابلية الاستيعاب لدى الدول المصدرة للبترول كبيرة، وبالنسبة لأوبك فقد أخذت فوائضها المالية تتناقص بل وصلت إلى وضع أصبح فيه معظم الدول المصدرة مدينا ، هذا فضلا على تأثير دخوله كنتيجة لتغير أسعار صرف العملات.

ولم تنجح الدول المصدرة للبترول سواء أعضاء أوبك فيما بينهم أو بين أوبك وبين الدول المصدرة الأخرى من خارجها ، في التوصل إلى سياسة مشتركة لضبط معدلات الإنتاج، بما يحقق توازن العرض والطلب في سوق البترول العالمي ، وبما يؤدي إلى بلوغ سعر عادل للبترول أو حتى بما يؤدي إلى إيقاف التدهور الحاد والسريع في أسعار البترول.

لقد كانت الدخول الكبيرة في عائدات الدول المصدرة للبترول سببا في إنفاقها بسرعة كبيرة وبطريقة غالبا ما كانت غير مخططة أو مدروسة النتائج. فقد سهلت الزيادات الكبيرة والحادة في أسعار البترول في ثورتى الأسعار الأولى والثانية وأسرعت بعمليات إنفاق في مجالات متعددة : تنمية في مجالات استهلاكية عاده ، وإنفاق ضخمة متزايدة من الصعب السيطرة عليه ، واتخذت الزيادات في العائدات - في جانب كبير منها - مسارات للإنفاق والاستثمار في الدول الصناعية ولصالح اقتصادياتها ، ومولت حروبا كبدت مليارات الدولارات كان يمكنها أن تغل دخلا يزيد على الدخل من صادرات البترول .

وحدث كل ذلك في ظل غياب التنسيق بين المصدرين وفي ظل غياب سياسات اقتصادية واستثمارية واتفاقية سليمة لدى الدول المصدرة للبترول ، ولاختيار أفضل الوسائل لحماية المصالح المشتركة بينها.

لقد اختل التوازن بين عرض البترول وطلبه العالميين

ولم يكن عامل الندرة أو المبررات الاقتصادية هو العامل المسبب للارتفاع والتذبذب الكبير في السعر إبان الأزمة ، ولكن العوامل السياسية والشائعات والتوقعات كانت وراء الارتفاع الكبير والتذبذب في السعر .

لم يطل عمر الارتفاع الحاد في أسعار البترول خلال أزمة حرب الخليج الثانية والذي استمر حتى تحرير أراضي الكويت ، فقد أخذت الأسعار في التراجع السريع عقب تحرير أراضي الكويت ، بل تدنت الأسعار في شكلها الحقيقي وليس الإسمي إلى ما دون أسعار نكسة ١٩٨٦ ، في حين كان البعض يتوقع لها أن ترتفع إلى مستويات فلكية تصل إلى المائة دولار للبرميل .

وطوال الفترة منذ انتهاء أزمة حرب الخليج الثانية وحتى الآن لم تصل أسعار البترول في الأسواق العالمية إلى مستوى الأسعار الرسمية لأوبك حتى وقت أن كانت ١٨ دولار للبرميل أي إلى المستوى السائد قبل زيادتها إلى ٢١ دولار للبرميل .

وقد شهدت الفترة منذ تحرير أراضي الكويت وحتى الآن تزايد الحديث عن ربط الطاقة والبترول بمتطلبات وإجراءات منع التلوث وحماية البيئة وربط قضايا الطاقة بقضايا البيئة والتنمية الاقتصادية وفرض ضرائب الكربون والطاقة والجازولين... الخ ، وضرورة العمل على تطوير بدائل الطاقة التي كانت قد تراخت مع تراجع أسعار البترول منذ أوائل الثمانينات .

كانت المحصلة النهائية لأزمات البترول أو لثورات الأسعار في صالح الدول الصناعية ، فقد حققت الآن إمكانيات حصولها على البترول في الحاضر والمستقبل المنظور بتكلفة اقتصادية في حدها الأدنى الممكن مع ضمان تحقيق الأمن القومي في انتظام إمداداتها وضمانها بما يحقق لها معدلات نمو اقتصادي عالي ، ولن يؤثر تراجع أسعار البترول في اقتصادها كما حدث عقب أزمة ١٩٨٦ ، وذلك بتمسكها بفصل أسعار المنتجات البترولية للمستهلك النهائي عن أسعار الزيت الخام ، وبفرض ضرائب عالية على استهلاك المنتجات أي أن حصيلة ارتفاع أسعار المنتجات والفرق بينها وبين أسعار وارداتها من الزيت الخام تعود حصيلته بالكامل إلى خزائن الدول الصناعية.

المدينة عن سداد أقساط ديونها وخدمة الدين إلى البنوك الغربية... الخ . وهذا دفع كل أطراف علاقات البترول الدولية إلى العمل بجدية لاتخاذ كافة الوسائل لتحقيق الاستقرار في سوق البترول العالمية وإيقاف تدهور أسعاره . وقد استعادت هذه السوق بعض الاستقرار واستعادت أسعاره بعض الارتفاع وذلك خلال الفترة من عام ١٩٨٧ وحتى قبيل الثاني من أغسطس ١٩٩٠ ، تاريخ الغزوة العراقية لأراضي الكويت واحتلالها.

لقد شهدت منطقة الشرق الأوسط منذ حرب أكتوبر ١٩٧٣ وحتى الآن - قضايا وصراعات إقليمية ومحلية ومتغيرات ضخمة ترتبط بشكل أو بآخر بالبترول ، منها الحرب الأهلية في لبنان واحتلال إسرائيل لجنوبيه ، ومشاكل القرن الأفريقي والصومال وإثيوبيا ، والحركة الانفصالية في جنوب السودان ، والصحراء الكبرى والبوليساريو ، ومضيق هرمز ، وتوقف ضخ البترول العراقي عبر أنابيب البترول المارة بسوريا ، وعودة الملاحة في قناة السويس ، وبناء وتشغيل خط أنابيب سوميد وخط الأنابيب الإسرائيلي ، وحرب الخليج الأولى وحرب الخليج الثانية .

وقد جاءت حرب الخليج الثانية عقب أحداث هامة ترتبط أيضا بالبترول بشكل مباشر أو غير مباشر ، فقد جاءت عقب التقارب الأمريكي السوفييتي ، وتزامنت مع بداية بروز دور كبير متوقع لأوروبا الغربية ، ومع وحدة الألمانيين ، وبرز قوة اقتصادية لدول آسيوية أخذت تحتل مكانا كبيرا على خريطة العالم الاقتصادية ، وبعد تقارب عربي وعودة مصر إلى جامعة الدول العربية ، وعقب تجمعات وتكتلات عربية ، وعقب توقف قتال طويل استمر ثمانين سنوات بين العراق وإيران ، وبعد أن أوشكت أوبك في أواخر يوليو ١٩٩٠ ، على أن تتخطى خلافاتها وتوحد كلمتها وترفع السعر الرسمي للبترولها من ١٨ إلى ٢١ دولار للبرميل وتتفق على الالتزام بسقف إنتاج وبحصص محددة لكل من أعضائها ، قفزت حرب الخليج الثانية بأسعار البترول إلى أرقام فلكية لم تتحقق حتى بعد ثورة الأسعار الثانية ( ١٩٨٠/٧٩ ) إذ فاقت مستوى الأربعين دولار للبرميل في بعض الصفقات حتى بالنسبة لزيوت البترول البعيدة عن قلب الأحداث .



أما عن تأثير أزمات الطاقة على اقتصاديات الدول المصدرة للبترول وخاصة الدول العربية فيمكن تلخيصها فيما يلي :

تعاظم الدور الذي يقوم به قطاع البترول في اقتصاديات هذه الدول وتعاظمت سيطرته في هذه الاقتصاديات ، فأصبح يشكل النسبة العظمى بل تكاد تكون النسبة الكلية من الناتج المحلي الإجمالي والصادرات السلعية والإيرادات العامة ، وتضخمت الأعراض التقليدية لما يسمى *The oil syndrome* : النمو السريع في كل من الناتج المحلي الإجمالي والاستثمارات والواردات والإنفاق الحكومي والادخار ، مع زيادة حدة التضخم ، وانخفاض قيمة العملات الوطنية في عدد كبير من الدول المصدرة للبترول :

وكانت المحصلة النهائية لهذه التطورات هي الاعتماد المتزايد على الإيرادات الخارجية لسلعة واحدة وهي البترول في تمويل الإنفاق الحكومي والاستهلاك والاستيراد والاستثمار ، أي الاعتماد شبه الكامل على تصدير مادة أولية واحدة ، وهذا يشكل أولى مراحل التخلف .

وقد أدت وفرة عائدات البترول في الدول المصدرة إلى عدم التجاء حكوماتها إلى فرض ضرائب أو إلى مراجعة السياسات الضريبية أو السعريه . وأدى ذلك إلى وضع ضغوط شديدة على ميزانيات هذه الدول نتج عنها عجز يشكل نسبة مرتفعة من الناتج المحلي وإن كانت الموارد الأجنبية ومختلف أنواع الادخار المحلي قد ساهمت في تمويل قدر كبير من العجز . وقامت البنوك في هذه الدول بتمويل نسبة كبيرة من العجز ، مما أدى إلى النمو السريع في عرض النقود وزيادة حدة الضغوط التضخمية في اقتصاديات الدول المصدرة للبترول . ولم يصاحب الوفرة في موارد النقد الأجنبي تحسن في الأوضاع الخارجية للدول المصدرة للبترول ، فقد ازدادت درجة اعتماد اقتصاديات هذه الدول على الصادرات والواردات السلعية والخدمية بدرجة كبيرة ، فتضاعفت نسبة الصادرات إلى الناتج المحلي الإجمالي فيها ، وكذلك ارتفعت نسبة الواردات بدرجة مخيفه .

وقد أدى ذلك إلى ارتفاع درجة انفتاح اقتصاديات الدول

المصدرة على العالم الخارجى وخاصة الدول الصناعية الغربية ، وتفاقم أزمة الديون الخارجيه . ولم تستطع الدول المصدرة للبترول استغلال الفرصة التي أتاحت لها خلال أوقات ارتفاع أسعار البترول على الوجه الأمثل ، ولم تكن الآثار التي نتجت عن رواج البترول في اقتصاديات الدول المصدرة موافقة للتنمية الاقتصادية السليمة ، وذلك على الرغم من الموارد المالية التي سمحت بتحقيق معدل مرتفع للنمو الاقتصادي ، إلا أن الوفرة والرواج قد أجلا القيام بالتعديلات الضرورية لتكوين القاعدة السليمة ، للنمو الاقتصادي الذاتى المستمر . ويرجع ذلك إلى ما رتبته آلية تدفق إيرادات البترول في اقتصاديات الدول المصدرة من خلال الإنفاق الحكومي من أنماط معينة للإنفاق ومن خصائص مميزة للدول المصدرة للبترول ، إذ أن ميزة هذا التدفق هي القدرة على تمويل الخطط والميزانيات وتحقيق أهداف النمو والتوزيع . ولكن هناك عددا من المساوئ المصاحبة لهذا التدفق ، منها أن عائدات البترول وآليات إنفاقها تؤثر على السلوك والمواقف في الدولة بشكل قد يعوق التنمية الاقتصادية فهي تؤدي بالضرورة إلى تزايد الإنفاق خلال فترة ارتفاع أسعار البترول . كما أن معوقات التنمية في خلال هذه الفترة تعود عادة إلى اختلالات هيكلية ترتبط بطريقة تنفيذ برامج الإنفاق ، والنتيجة : تضخم - اختلال اقتصادى - اشتداد حدة التوتر الاجتماعى ، وفقدان الكثير من قيم المجتمع .

ولم تتحقق التنمية في القطاعات الاقتصادية الأساسية (الصناعة - الزراعة ) وذلك على الرغم من وفرة الموارد التي كان يمكنها تحقيق الكثير وتراجع إسهام هذين القطاعين في الناتج المحلي الإجمالي ، مما أكد هذه الاختلالات الهيكلية في اقتصاديات الدول المصدرة للبترول . واعتمد النمو على القطاعات الخدمية وليس على القطاعات السلعية ، وهي القطاعات المنتجة في الاقتصاد ، أى أن النمو كان شكليا دون أن يكون حقيقيا .

و الآن من المناسب تناول الوسائل الكفيلة لمواجهة نتائج الأزمات البترولية :

١- أهمية استمرار الحوار العالمى للطاقة بين المصدرين (أوبك وأيبك) وبين المستوردين على أساس من المصلحة

دخل البترول في إقامة وبناء مصادر جديدة للدخل القومي وبحيث تشمل هذه المصادر قطاعات اقتصادية متعددة ومناسبة كالزراعة والصناعة والخدمات ... الخ.

٧- أن تقوم الدول المصدرة للبترول والتي يعتمد اقتصادها اعتمادا كبيرا على البترول بترشيد الإنفاق ، مع توجيه الاستثمارات إلى القطاعات الإنتاجية وأن تقوم هذه الدول بوضع الخطط المناسبة لمواجهة معدلات التضخم العاليه، وأن تقوم بخلق المزيد من فرص العمل.

٨ - وضع استراتيجية طويلة الأمد تغطي الأوضاع الاقتصادية والسياسية والاستراتيجية ، بحيث يكون للدول العربية البترولية مكان لائق على خريطة النظام العالمي الجديد وخاصة في منطقة الخليج التي شاهدت أحداثا ضخمة كان البترول حجر الزاوية فيها والمحرك الأساسي لها.

والجدير بالملاحظة أن حكومة مصر قد قامت فعلا باتخاذ خطوات واسعة على طريق وضع سياسات للطاقة وإصلاح مسار الاقتصاد المصري ، وبذلك احتل البترول المكان المناسب والسليم على خريطة الاقتصاد القومي المصري.

المشتركة والنديه ، وبما يعود بالنفع على كافة أطراف سوق البترول العالمية وعلى الاقتصاد العالمي .

٢- التنسيق والتشاور وتبادل المعلومات بين المصدرين (أعضاء أوبك وغير الأعضاء ) إذ أن الجميع في قارب واحد، وتعود أي مكاسب يمكن أن تتحقق على الطرفين.

٣- التزام واحترام كافة أعضاء أوبك بالقرارات والاتفاقيات التي تصدر عن المنظمة وخاصة في مجال سقف الإنتاج وحصص كل عضو.

٤- أصبح من الضروري أن تقوم أوبك بوضع الاستراتيجية طويلة الأمد ، والتي كثر وطال الحديث عنها.

٥- أن تقوم الدول المصدرة للبترول بدفع كل مراحل الصناعة البترولية دون قصر الاعتماد على الإنتاج والصادرات فحسب، بحيث تساهم كل مرحلة من مراحل هذه الصناعة مساهمة فعالة في توليد الدخل البترولي .

٦- أن تعامل كل الدول المصدرة للبترول الثروة البترولية باعتبارها ثروة رأسمالية وليست عائدات ، وبحيث يستخدم



## التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية (٥) إعادة تقييم لتصميم أحد الفراغات العامة.

أ.م.د. أحمد محمد صلاح الدين عوف<sup>١</sup>

### ملخص:

هذه الورقة البحثية هي الخامسة في سلسلة أبحاث للمؤلف تختص بدراسة مناهج التصميم العمرانى كأحد العلوم الخادمة للبيئة المحلية والتي يمكن توجيهها لتقوية الثقافة المحلية والحفاظ عليها. تناقش هذه الورقة البحثية نتائج عمليات تصميم أحد الفراغات العامة باستعمال الوحدة السلوكية (Behavior Setting) كأداة للتحليل، ووحدة قياسية للتصميم وذلك للتأكد من مطابقة المؤشرات التصميمية التي لاحظها المصمم أثناء قيامه بعملية التصميم مع الأسلوب الذي يتفاعل به المستعملون حالياً مع المحددات العمرانية التي وضعها المصمم. يقدم البحث تجربة تصميمية لإعادة تقييم أحد الفراغات العامة التي تم تصميمها داخل الحرم الجامعي لكلية الهندسة بجامعة القاهرة خلال العام الدراسي ١٩٩١-١٩٩٢ من خلال تقييم منهجي استغرق أكثر من ثلاثة أشهر بين نوفمبر ويناير للعام الجامعي ١٩٩٥-١٩٩٦<sup>٢</sup>.

### ١- الفراغ العمرانى موضع البحث: مجال العمل

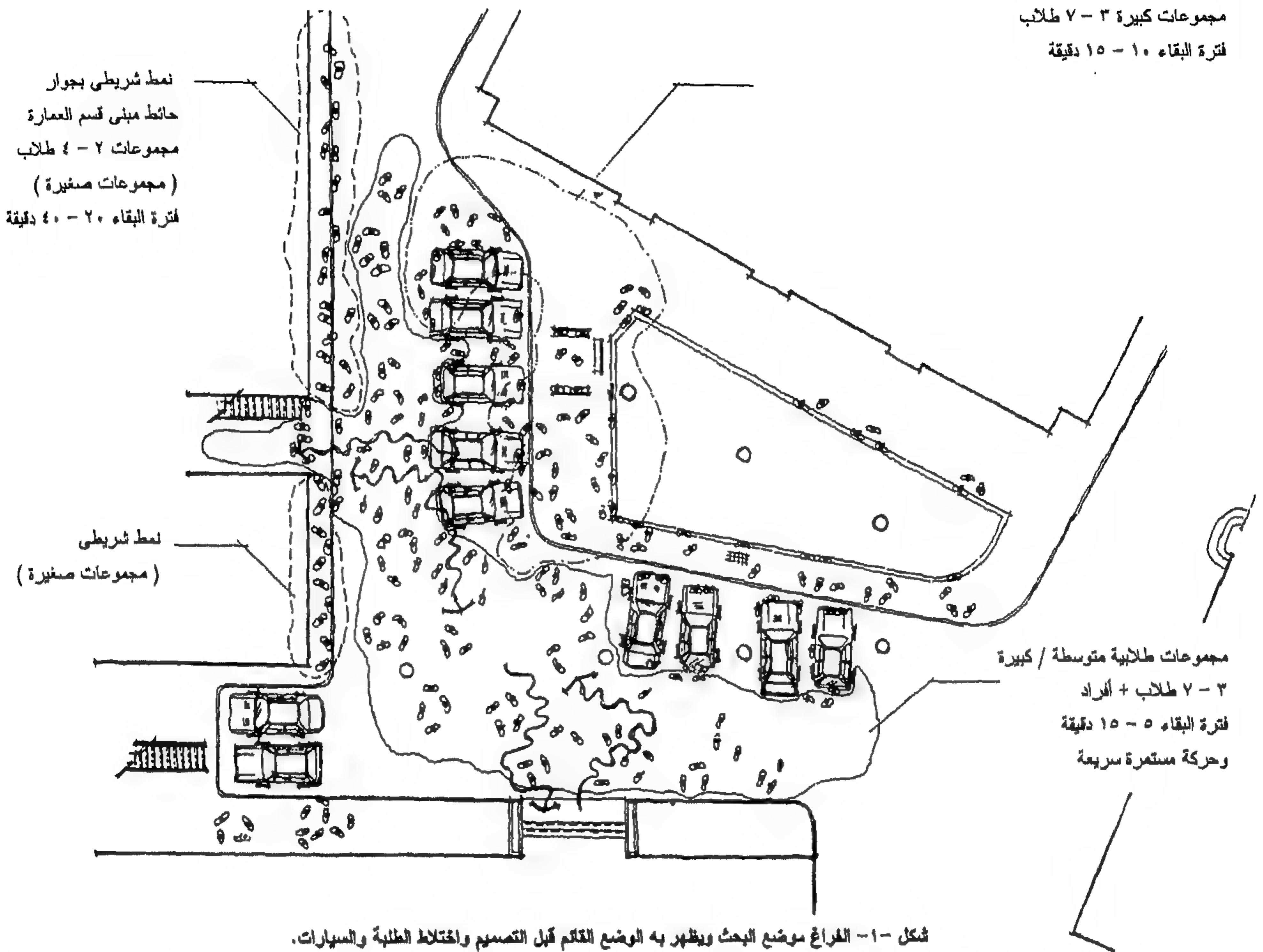
للأنشطة الطلابية في عام ١٩٩٣ سببه عدم وجود أى ساحات أخرى تصلح لاستعمال الطلاب في فترات ما بين المحاضرات وإضطرار الطلاب إلى استعمال سيارات أعضاء هيئة التدريس (التي تستعمل جزءاً من الفراغ كمساحة انتظار) كعناصر فرش بغرض الجلوس أو الاستذكار ووضع الأغراض.

ولتحديد مجال العمل (الحدود المادية للفراغ موضع التصميم) الذي يمكن تنمية النشاط الطلابي خلاله فقد أصرت إدارة الكلية على عدم المساس بحواف المسطح الأخضر واعتبارها محدداً تصميمياً، وبذلك اقتصر أعمال التصميم على المساحة غير الخضراء من الفراغ والتي تحوى جزءاً مبلطاً وآخر مخصصاً لانتظار السيارات. وقد مثل مكان انتظار السيارات المتاح داخل الفراغ والطريق المؤدى إليه عنصر ضغط هام لمستعملى الفراغ من أعضاء هيئة التدريس

يقع الفراغ موضع البحث في قلب الحرم الجامعي الخاص بكلية الهندسة - جامعة القاهرة، وفي أكبر المساحات المفتوحة المتاحة لاستعمال الطلاب في مواجهة أهم عنصر جذب طلابي - في ذلك الوقت - وهو الجمعية التعاونية التي يتم عن طريقها توفير الأدوات الهندسية وأدوات الدراسة والمكان الوحيد الذي يوفر المشروبات والمثلجات. والفراغ ذو شكل مثلث يحده من جهة الشرق مبنى الهندسة المدنية الذي تتواجد به الجمعية التعاونية، ومن الجنوب مبنى قسم العمارة، ومن الغرب والشمال مبنى إدارة الكلية وملحق قسم الهندسة المدنية المتصل به. وهذا الفراغ به المنطقة الخضراء الرئيسية بكلية الهندسة والتي تحوى أشجاراً ضخمة يعود تاريخها إلى بداية تأسيس الكلية في هذا الموقع، الذي كان مخصصاً كحديقة للنباتات النادرة. وقد كان الاهتمام بتطوير هذا الفراغ

١- أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٢- شارك في الملاحظة الميدانية وتجهيز البيانات المطلوبة لإعادة تقييم الفراغ العمرانى موضع البحث عدد من طلاب الدراسات العليا لمادة التصميم العمرانى بدبلوم تخطيط المدن العام الدراسي ١٩٩٥-١٩٩٦، وذلك حتى يمكن ملاحظة الوحدات السلوكية بصورة منهجية خلال أوقات مختلفة من العام الدراسي وأيام متعددة من كل أسبوع، وأوقات مختلفة من اليوم الدراسي.



شكل ١- الفراغ موضع البحث ويظهر به الوضع القائم قبل التصميم واختلاط الطلبة والسيارات.

ومراجعة الدروس، بالإضافة إلى أعضاء هيئة التدريس الذين يقتصر استعمالهم للفراغ على كونه مكان انتظار للسيارات. وقد تم اختيار التصميم للمجموعات الطلابية لتكون المستعمل الأساسى للفراغ واعتبار استخدام أعضاء هيئة التدريس استعمالاً ثانوياً، وبذلك تركزت أعمال الملاحظة والتسجيل قبل التصميم على تسجيل الوحدات السلوكية للطلاب التى تم تقسيمها لوحدات سلوكية كبيرة ومتوسطة وصغيرة (بناءً على عدد الطلاب المشاركين فى الوحدات السلوكية كعنصر قياسى سهل التسجيل والملاحظة).

وقد تم تحديد زمن البقاء (O.T.) خلال ساعة متوسطة من ساعات الملاحظة (لا تمثل ساعة ذروة أو ساعة نشاط متدنٍ) داخل الفراغ، والذي يمثل إجمالى الأوقات التى يقضيها الطلاب فى جميع الوحدات السلوكية التى تتكون داخل الفراغ مقسمة

والذين كانت لهم رغبة قوية فى الحفاظ على أماكن انتظار السيارات نظراً لعدم وجود أماكن انتظار كافية داخل الكلية. كذلك كانت رغبة الإدارة تنظيم الاختلاط بين النشاط الطلابى وبين ساحات انتظار السيارات بسبب الأضرار التى تصيب السيارات من استعمالها كمأوى للجلوس وطاولات لوضع الأغراض. أما من وجهة نظر التصميم فقد كانت مشكلة عدم وجود فرش عمرانى بالفراغ - بخلاف السيارات - أحد أهم محددات تنمية النشاط المتوقع داخل الفراغ.

## ٢- فئات المستعملين ووحداتهم السلوكية:

### نتائج الملاحظة الميدانية قبل التصميم

تم تحديد مستعملى الفراغ من الملاحظة الميدانية بأنهم الطلاب المنتقلين بين المحاضرات والطلاب الذين ينتظرون محاضرات قادمة ومجموعات طلابية تحتاج لمكان للاستذكار



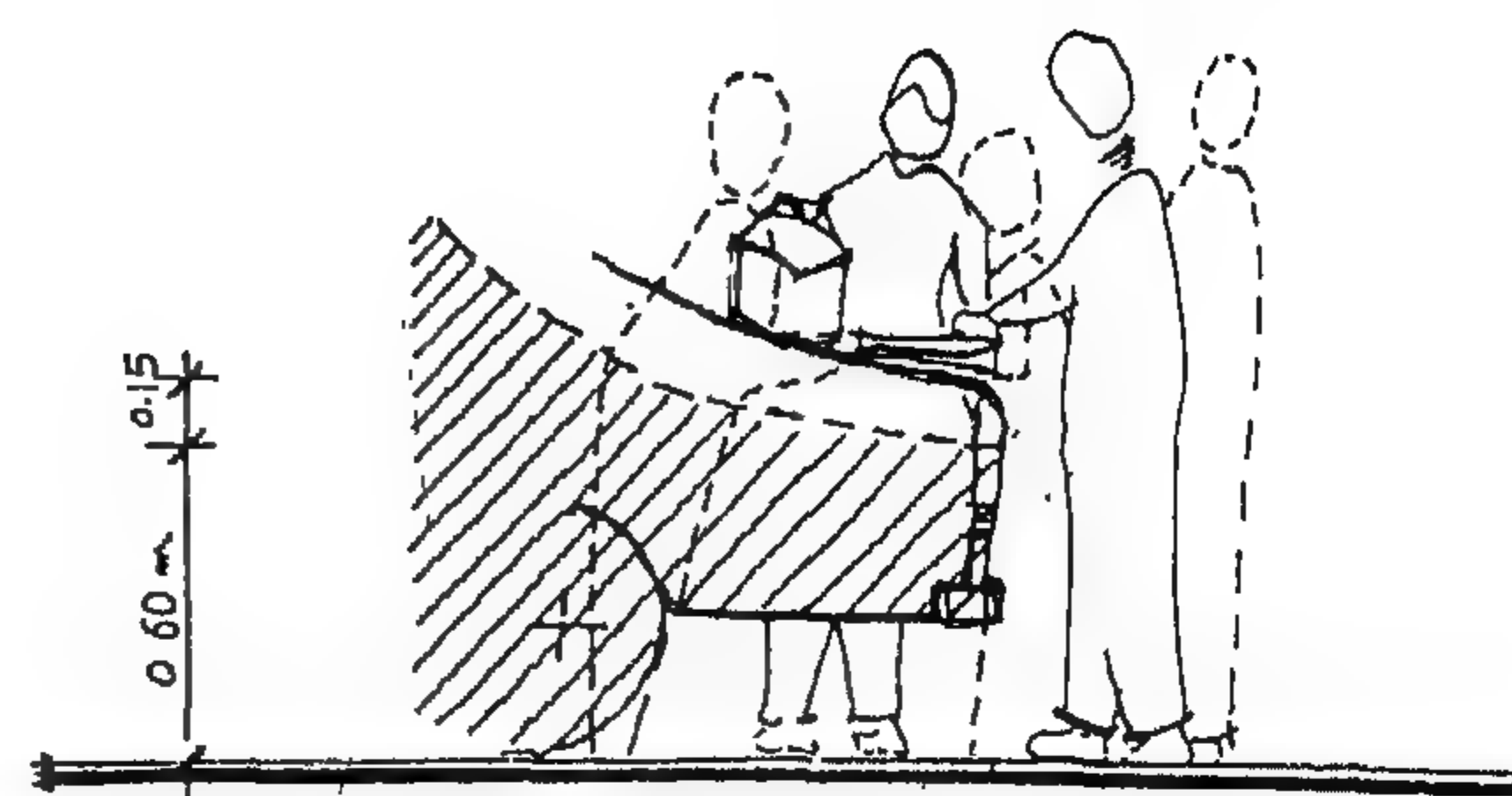
إلى وحدات صغيرة ومتوسطة وكبيرة ووحدات نشطة وساكنة  
(بناءً على قيام الطلاب بنشاط إيجابي أو مجرد الحديث) حسب  
الجدول التالي:

نوع الوحدة السلوكية	عدد الأفراد	نوع الفرش	فترات البقاء	عدد الوحدات	إجمالي فترات البقاء (دقيقة)
وحدة صغيرة ساكنة	٢-٣	بدون - مقعد - سيارة	١٥-٤٥	٧	٦٠
وحدة صغيرة نشطة	٢-٣	سيارة - حوض زهور - واجهة مبنى العمارة	١٥-١٥	٧	١٠٥
وحدة متوسطة	٤-٦	سيارة - بدون	١٥-١٥	٥	٧٥
وحدة متوسطة نشطة	٤-٦	سيارة - حوض زهور - مقعد - واجهة مبنى العمارة	١٥-٢٥	١٥	٣٠٠
وحدة كبيرة	٥-١٠	سيارة - بدون - واجهة مبنى العمارة	٥-١٥	٤	٤٠
إجمالي					٥٨٠ (دقيقة)

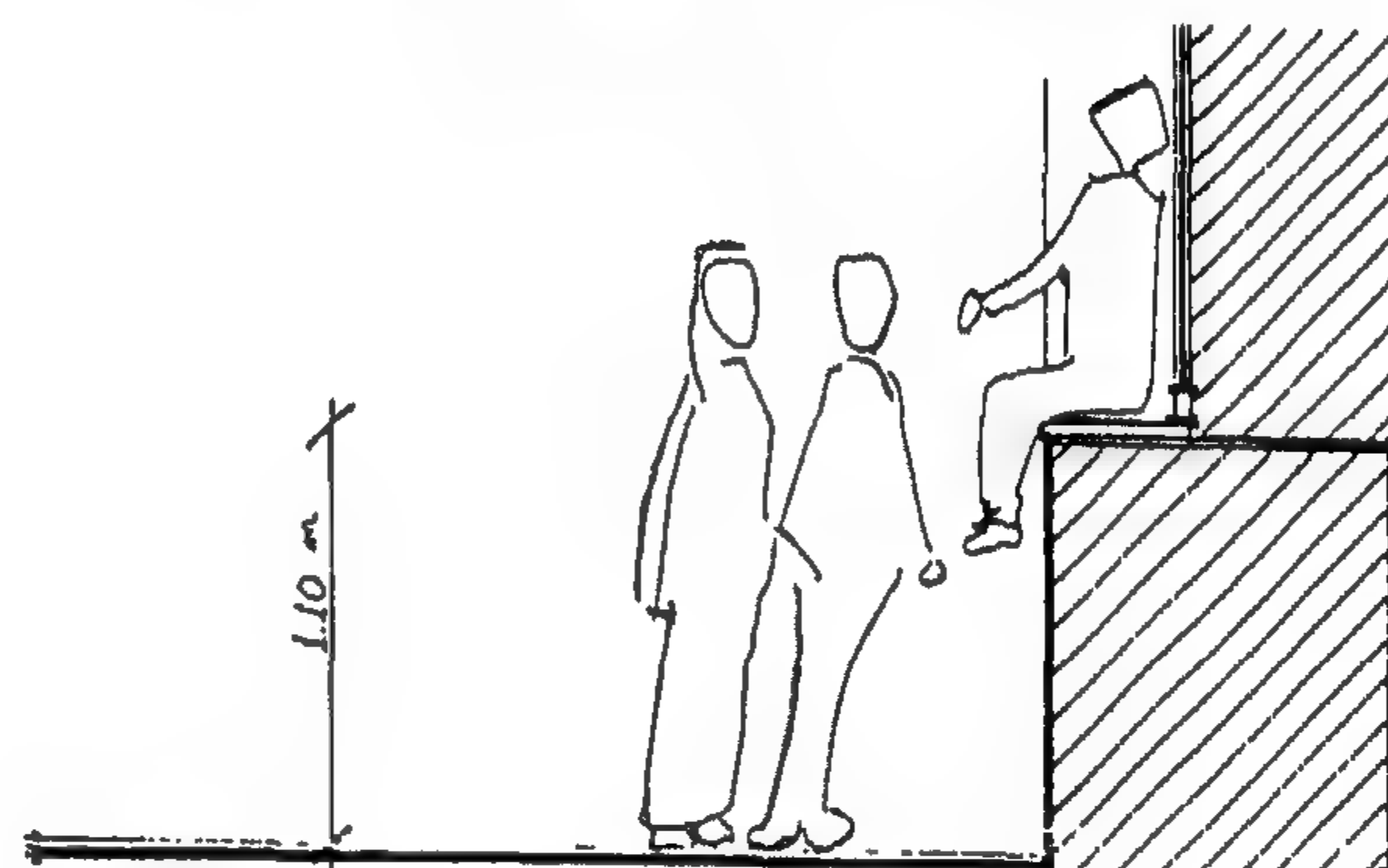
شكل ٣- فترات البقاء بالفراغ قبل التصميم

### ٣- أهداف التصميم و التصميم المقترح

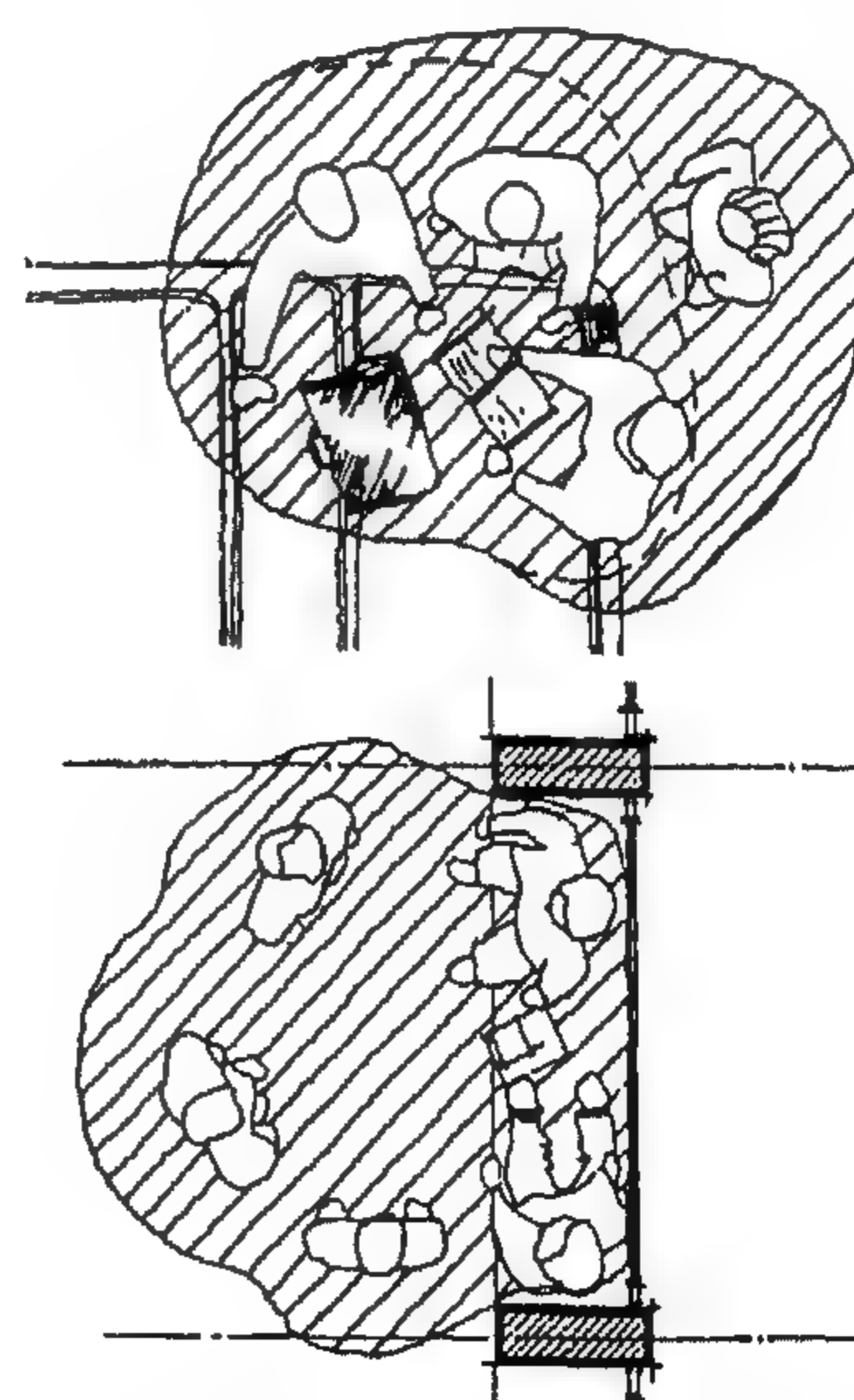
أول قرار تصميمي كان من الواجب اتخاذه بالمشاركة بين المصمم وبين إدارة الكلية هو اختيار فئات المستعملين الذين تكون لهم الأولوية في استعمال الفراغ وتحديد أهداف التصميم المطلوبة لكل فئة من الفئات وتحديد الطابع العام المطلوب للفراغ العمراني بعد إعادة تصميمه. لذلك فقد تم اتخاذ أول قرار تصميمي بأن يكون الطلاب هم الفئة ذات الأولوية في استعمال الفراغ وبالتالي تم الاتفاق على منع انتظار السيارات في كل الجزء الجنوبي من الفراغ وتضييق مدخل السيارات بحيث يكفي حركة سيارة واحدة فقط في أحد الاتجاهين (تحسباً لحالات الطوارئ). كما تم تحديد الطابع العام للفراغ بأنه "فراغ أكاديمي وقور" يسمح فيه بمزاولة الأنشطة المرتبطة بالنواحي الدراسية وتنمية العلاقات الإيجابية بين الطلاب في صورة مجموعات متوسطة وكبيرة، مع تقليل فرص تكون المجموعات الصغيرة غير النشطة. وقد أضيف إلى هذه الأهداف مكانية إقامة معارض أو اجتماعات طلابية أو تدريس للمجموعات الصغيرة في الهواء الطلق كهدف إضافي من قبل المصمم.



النشاط : الكتابة - قراءة أوراق - نقل معلومات - وضع أدوات .  
المشاركة : جماعة صغيرة ٢ - ٤ طلاب في حالة الأنشطة الإيجابية أو مجموعات كبيرة ٣ - ٧ في حالة وضع الأدوات .  
الأثاث : مقعدة أو شتطة سيارة .  
التقييم : نشاط أساسي يجب الحفاظ على وظيفته مع تغيير نوع الأثاث المستخدم.



النشاط : حديث سريع - انتظار فقط للشخص الجالس أعلى .  
المشاركة : نشاط منفرد للانتظار أوحد أقصى عدد ٢ طالب فقط أو مجموعات صغيرة للحديث السريع ٢ - ٥ طلاب .  
الأثاث : واجهة مبنى العمارة .  
التقييم : نشاط ثانوي يصعب التخلص منه نظراً لاعتماده على التصميم المعماري للواجهة القائمة.



شكل ٢- بعض الوحدات السلوكية التي تم تسجيلها قبل التصميم

وبتحليل هذه الأهداف من قبل المصمم فقد تم وضع هدف تصميمي "قياسي" برفع فترات البقاء داخل الفراغ خلال ساعة إلى ٩٠٠ دقيقة في الوحدات السلوكية المختلفة مع التقليل بقدر الإمكان من الوحدات السلوكية غير النشطة. وبناءً على هذه الأهداف فقد تم وضع تصميم يوفر إمكانيات تكون الوحدات السلوكية المرغوبة.

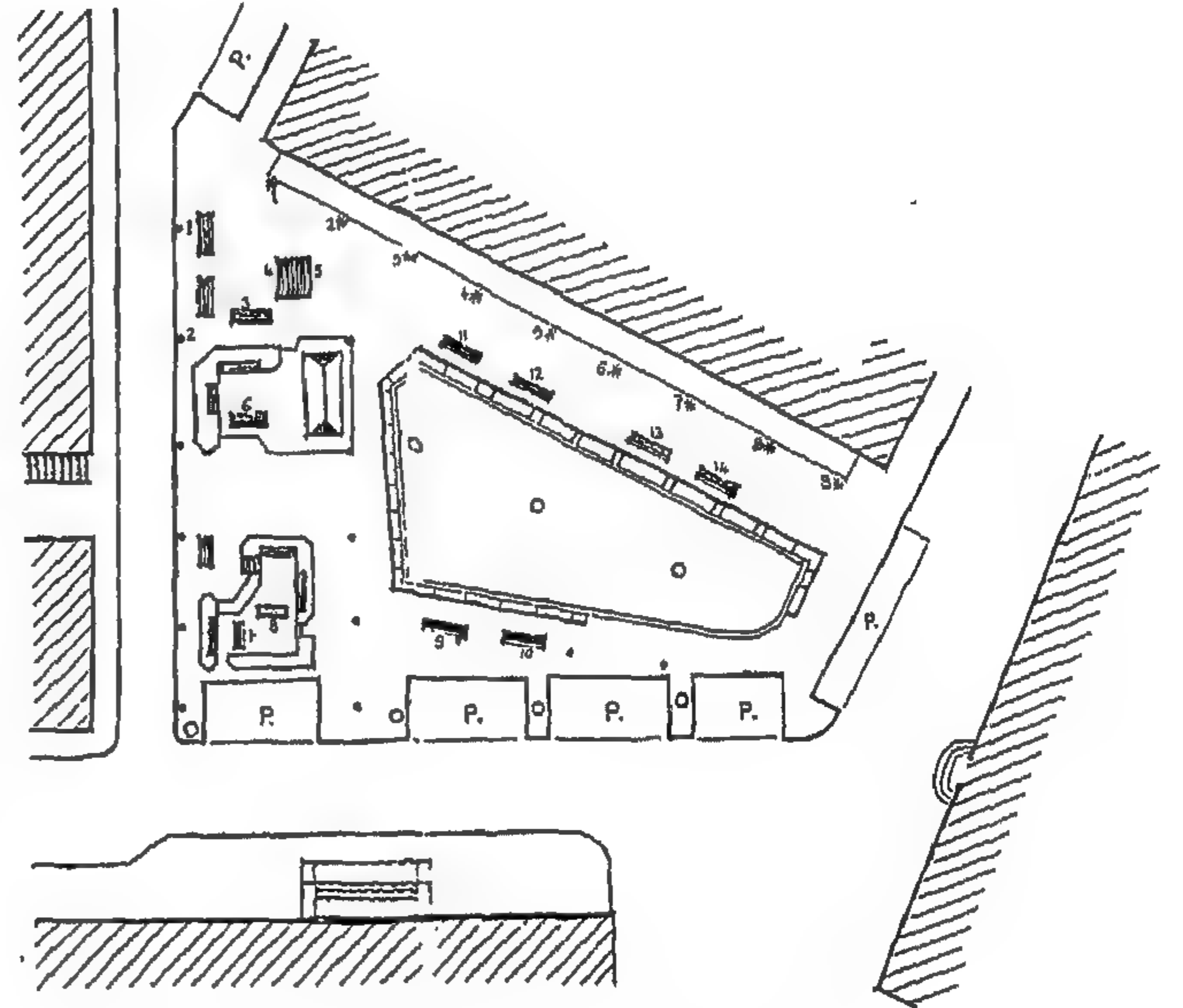
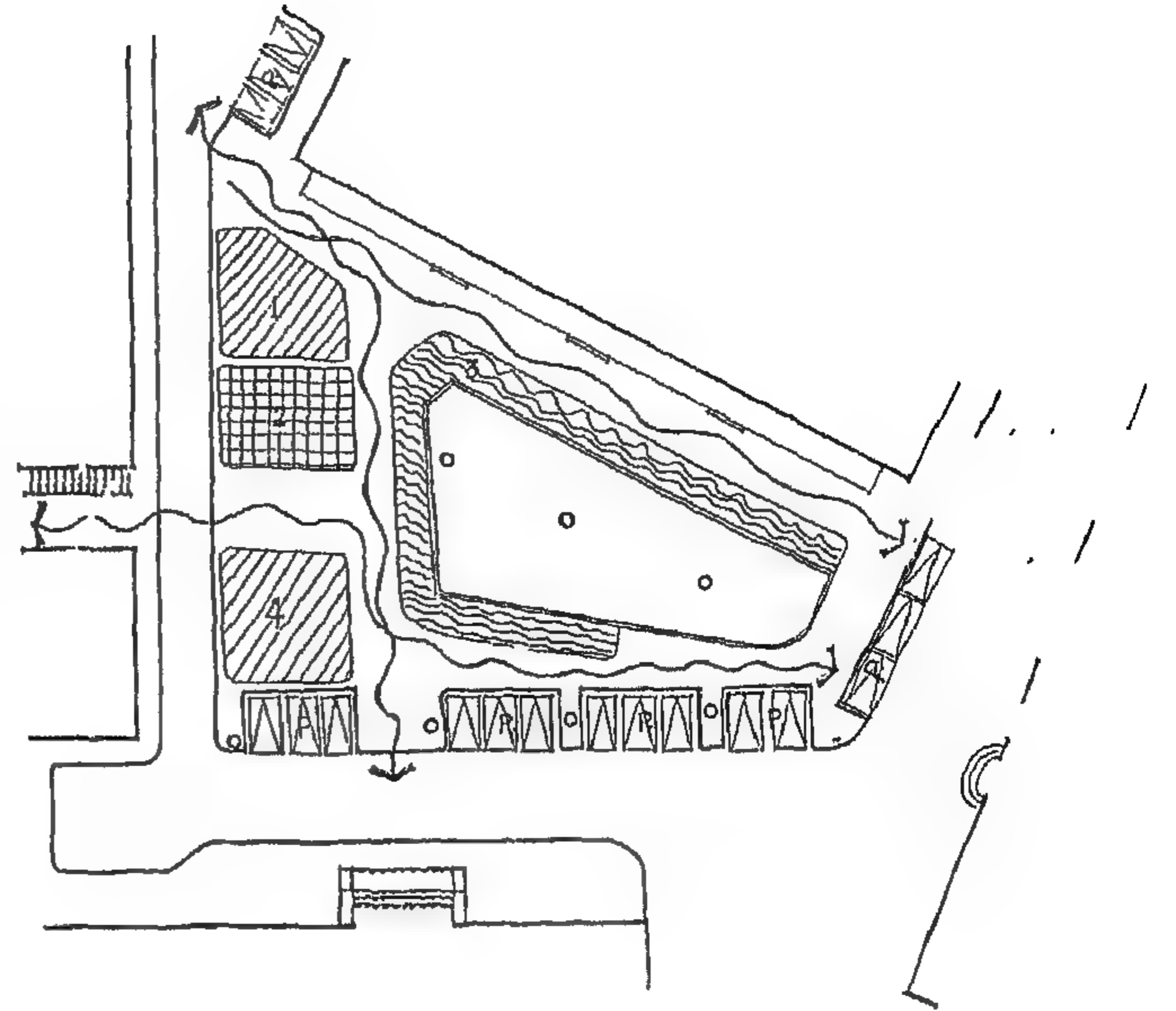
#### ٤- تقييم التجربة التصميمية

تم تنفيذ التصميم المقترح تحت إشراف المصمم خلال العام الدراسي ١٩٩١-١٩٩٢ بكل تفاصيل عناصر الفرش الثابتة، ثم بدأت أعمال إعادة تقييم التصميم فور بدء استعمال الطلاب للتصميم من خلال شقين أساسيين: الأول يمثل التقييم المادي للتصميم وملاءمة المواد المختارة للاستعمالات، والذي أوضح عدم تعرض أي مادة مختارة للبرى أو التلف نتيجة لاستعمال الطلاب، وبالتالي نجح التصميم من هذه الجهة في تحقيق الهدف منه وهو إيجاد عناصر لفرش وتحديد الفراغ تتناسب مع نوع المستخدمين والنشاط الذي يزاولونه. أما الشق الثاني في عملية التقييم فيمثل الشق الأساسي منها، ويدرس تأثير التصميم المنفذ بالفراغ العمراني على تكوين الوحدات السلوكية المرغوبة وقدرته على تقليل فرص تكون الوحدات السلوكية غير المرغوب فيها. وقد تم هذا التقييم بصورة منهجية منظمة خلال العام الدراسي ١٩٩٥-١٩٩٦ عن طريق متابعة يومية للوحدات السلوكية بالفراغ موضع البحث باستعمال طرق الملاحظة المنهجية والتصوير الفوتوغرافي على فترات زمنية منتظمة.

ويمكن تلخيص نتائج الملاحظة المنهجية للنشاط الطلابي في الفراغ في التالي:

١- الفراغ بفرشه الحالي وحدوده المادية أكثر تشجيعاً للوحدات السلوكية متوسطة الحجم (٤-٦ طلاب) ممن يمارسون نشاطاً إيجابياً مثل المناقشة الجادة والاستذكار على حساب الوحدات السلوكية كبيرة وصغيرة الحجم.

٢- الوحدات السلوكية ذات العلاقات الاجتماعية الحميمة (والتي كان أحد أهم أهداف التصميم التقليل منها) شبه معدومة في الفراغ في معظم أوقات النهار وحتى بعد انتهاء مواعيد



الاتجاه الحركة الرئيسي : يحدد منطقة مخصصة لحركة المشاة بدون فرش وبدون تغيير في المستوى الأدنى .

منطقة جلوس والتظار مجموعات صغيرة وكبيرة من الطلبة ذات أثاث متحرك قليل ليسمح بمجموعات الانتظار السريع والتظار الوقوف.

منطقة جلوس والتظار مجموعات صغيرة وكبيرة طلابية ذات أثاث ثابت ومتحرك ليسمح بمجموعات الانتظار الطويل والمتوسط وممارسة أنشطة الكتابة والقراءة .

منطقة التظار وقوف وأنشطة كتابة وقراءة وجلوس مجموعات صغيرة الأثاث ثابت .

منطقة التظار وجلوس للمجموعات الصغيرة لفترات طويلة ومتوسطة الأثاث ثابت ومتحرك .

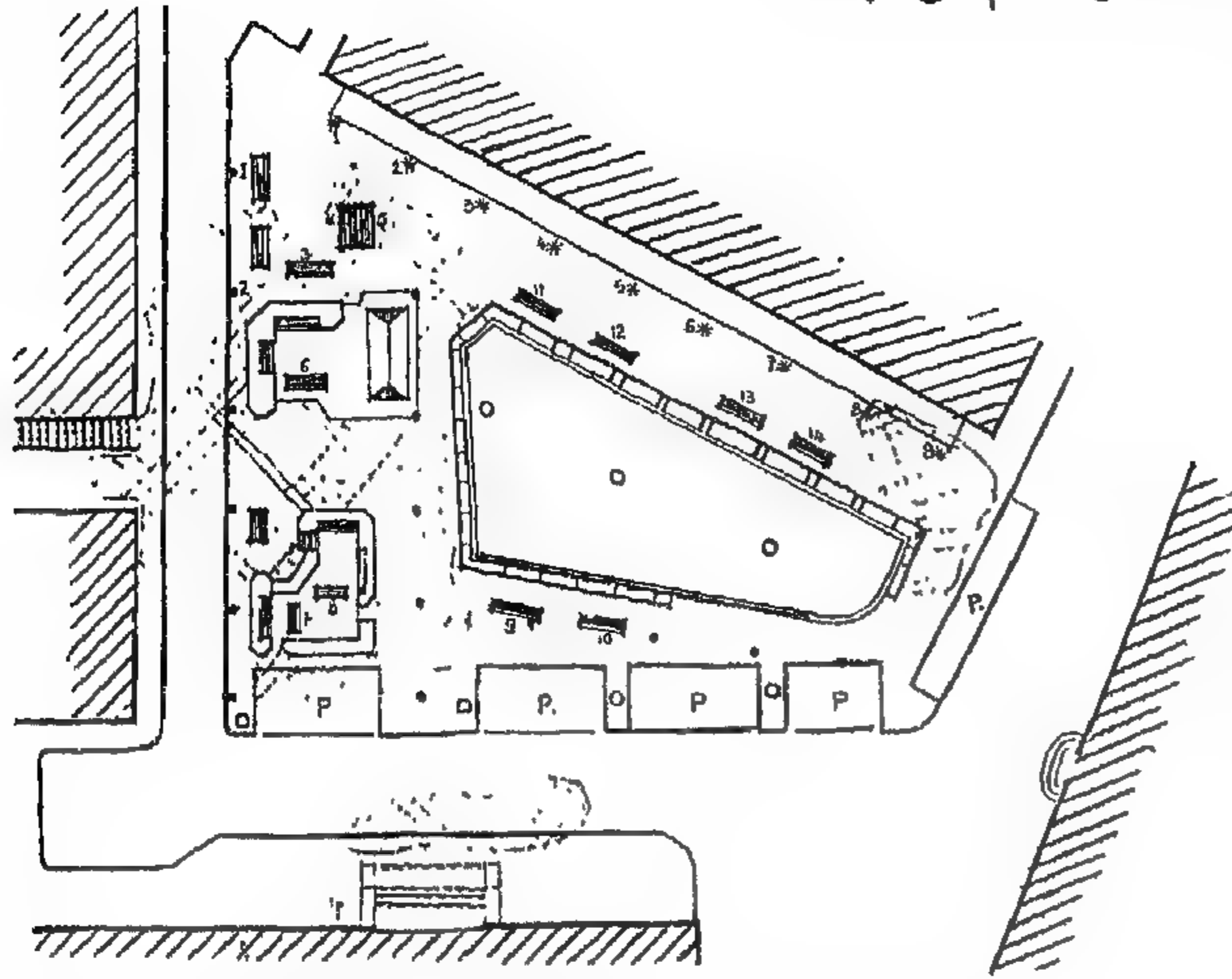
P. → مكان انتظار سيارات

0 → شجرة موجودة فعلاً

شكل ٤- التحليل السلوكي للتصميم المقترح (أ) والمكونات المادية للتصميم (ب)



السلوكية مما يعتبر مؤشراً جيداً على ملائمة الفراغ للغرض الذي صمم من أجله<sup>١</sup>.



شكل ٥-٥- المواقع التي تركزت بها الوحدات السلوكية بالفراغ أثناء إعادة التقييم

وكان متوسط فترات البقاء بالفراغ خلال ساعة متوسطة بأى يوم دراسى عادى حوالى ٩٨٠ دقيقة كما بالجدول التالى:

نوع الوحدة السلوكية	عدد الأفراد	نوع الفراش	فترات البقاء	عدد الوحدات	إجمالي فترات البقاء (دقيقة)
وحدة صغيرة ساكنة	٣-٢	----	----	----	----
وحدة صغيرة نشطة	٣-٢	مقعد جاتنى - حد حوض الزهور - مصطبة مبنية	١٥-١٠	١٠	١٢٥
وحدة متوسطة	٦-٤	مقعد - مصطبة مبنية	٢٠-١٠	٥	٧٥
وحدة متوسطة نشطة	٦-٤	مقعد - حد حوض الزهور - المصاطب المبنية	٢٥-١٠	٢٨	٥٩٠
وحدة كبيرة	١٠-٥	بدون	١٥-٥	٤	٤٠
وحدة كبيرة نشطة	١٠-٥	مصاطب مبنية - مقعد - حد حوض الزهور	٣٥-١٥	٦	١٥٠
إجمالي					٩٨٠ (دقيقة)

شكل ٦-٦- فترات البقاء بالفراغ أثناء إعادة التقييم

الدراسة بأقسام الكلية المختلفة وقلة الحركة داخل الفراغ.

٣- النشاط الطلابي داخل الفراغ أصبح يمتد على فترة زمنية أطول خلال النهار عما كان عليه فى فترة الملاحظة التى سبقت أعمال التصميم، خاصة فى الساعات الأولى من اليوم الدراسى قبل بدء المحاضرات خاصة فى أوقات الامتحانات حيث أصبح الفراغ موقعاً مختاراً للمجموعات الطلابية التى ترغب فى مراجعة أخيرة قبل موعد الامتحان مباشرة.

٤- امتداد النشاط من الجزء المصمم من الفراغ باتجاه الجنوب فوق طريق السيارات المسفلت نظراً لقلة الحركة عليه بعد تحويله إلى طريق من حارة واحدة وقلة الحركة الآلية عليه وبذلك أصبحت الوحدات السلوكية تمتد إلى المساحة المفتوحة أسفل مبنى العمارة وأصبح من الواجب الاهتمام بتصميم امتداد الفراغ فى هذا الاتجاه.

٥- اختفاء الوحدات السلوكية التى تم تقييمها على أنها سلبية فى ملاحظة ما قبل التصميم والتى كانت تستغل جلسات شبابيك الدور الأرضى بقسم العمارة كفرش لها بالرغم من امتداد النشاط إلى الرصيف الملاصق لمبنى العمارة.

٦- ظهور وحدات سلوكية تجمع بين أعضاء هيئة تدريس وطلاب بصورة متكررة وقابلة للتسجيل والملاحظة تحدث بسبب مرور أعضاء هيئة التدريس داخل الفراغ وبدون ترتيب مسبق، وهذه وحدة سلوكية لم تكن واضحة أثناء التسجيل والملاحظة التى سبقت عملية التصميم.

أما بالنسبة لفترات البقاء أثناء إعادة التقييم فقد تنوعت من ٥٨٠ دقيقة فى أقل فترات الملاحظة وحتى ١١٨٠ دقيقة فى أوقات أخرى<sup>٢</sup>، كذلك أوضحت الملاحظة المنهجية التفصيلية والتى ركز بعضها على نوعية الطلاب فى الوحدات السلوكية (طلبة أو طالبات) أن مشاركة الطالبات فى كل الوحدات السلوكية المتكونة بالفراغ خلال ساعة الملاحظة بلغت ٥٦% من إجمالي الوحدات السلوكية. كذلك بلغ عدد الوحدات السلوكية التى تكونها الطالبات فقط ٢٢% من إجمالي الوحدات

٣- التسجيل المنهجي بالصور على فترات زمنية تتفاوت بين دقائق ستة (٠٦) وخمس دقائق (٥) وحتى عشر دقائق (١٠) قد يكون أحد أسباب الخفاض وقت الاستغلال فى بعض حالات الملاحظة، لذلك كان ترجيح الباحث لمتوسط عام لزمان البقاء قريباً من الحد الأعلى بدلاً من استعمال المتوسط الحسابى البسيط.

٤- هنا يجب الإشارة إلى أن وليام وايت ١٩٨٠ يعتبر أن تشجيع الجنس اللطيف على استعمال الفراغ يعتبر دلالة قوية وواضحة على إحساس المستعملين فيه بالأمان ومواعيته لاحتياجاتهم، حيث أنهم أول من يتوقف عن استعمال المكان فى حالة أى خلل سلوكى أو دخول فترات غير مرغوبه.

## ٥ - خلاصه

يمثل التصميم العمرانى باستعمال الوحدات السلوكية أحد المناهج التصميمية الفعالة التى أثبتت التجربة المنهجية نجاحها فى تحقيق حاجات المستعملين فى الفراغات العامة، فهى تمكن المصمم من الحصول على معلومات مباشرة عن المستعملين بطريق الملاحظة، وليس عن طريق سؤال المستعملين أو أخذ آرائهم. فكما هو معلوم فى مناهج التصميم التى تتضمن "استجواب" المستعملين أو سؤالهم عن "رغباتهم العمرانية" أو "تفضيلاتهم البصرية" أن نتائج هذه الاستجابات غالباً ما تكون استرشادية فقط لعدم ارتباطها بمواقف اختيار "حقيقية" يتعرض لها المستعملون. وربما يكون موقف المستعملين من قرية "الجرنة" التى صممها المعمارى الراحل حسن فتحى بناءً على استجواب ميدانى للمستعملين مثال واضح على ذلك، حيث رفض المستعملون المنتج النهائى الذى راعى نتائج الاستجواب بأمانه. كذلك فإن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية يُمكن المصمم من الحصول بنفسه على المعلومة التى يحتاجها، وأن يسجلها بنفس الشكل الذى يرغب فى استعمالها فيه، وهى لذلك أفضل من كل الطرق الأخرى فى الحصول على المعلومات من المستعملين والتى تتضمن خطوات إضافية "لتفسير" آراء

المستعملين أو "تحويل" المعلومات التى يتم الحصول عليها إلى صورة قابلة للاستعمال بواسطة المصمم العمرانى (وفى معظم الأحوال من خلال رؤيته وقراءته الشخصية لها).

وكما ظهر من إعادة التقييم التى ناقشها هذا البحث فإن التصميم باستعمال الوحدات السلوكية ومراعاة الحجم الفعلى لكل نوع من هذه الوحدات وحاجاتها الفراغية من الفرش ومساحة الأرض يوجد إمكانيات مادية مناسبة لجذب المزيد من الأنشطة. فبينما كان أحد أهداف التصميم موضع البحث تحقيق زمن بقاء إجمالى داخل الفراغ ٩٠٠ (تسعمائة) دقيقة فقط فإن الزمن المحقق فعلاً بلغ ٩٨٠ (تسعمائة وثمانين) دقيقة كزمن متوسط بينما بلغ ١١٨٠ (ألف ومائة وثمانين) دقيقة لكل ساعة ملاحظة فى بعض أوقات الذروة. وهذا يوضح نجاح التصميم المنفذ فعلاً بالفراغ فى تشجيع المزيد من النشاط وتكوين وحدات سلوكية جديدة لم تكن بذهن المصمم أثناء الدراسة، مما يمثل ميزة إضافية للتصميم باستعمال هذا المنهج حيث أنه يراعى تفاصيل سلوكيات المجتمع المحلى، وبالتالي يخرج التصميم المادى مراعيًا لحاجاتهم العمرانية ومشجعاً للمزيد من النشاط.

## المراجع:

- أحمد م. صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٣): مقدمة لتصميم متوافق ثقافياً. مجلة جمعية المهندسين المصرية، يونيو ١٩٩٦.
- أحمد م. صلاح عوف، التصميم باستعمال الوحدات السلوكية (٤): تطبيق فى تصميم الفراغات العامة. مجلة جمعية المهندسين المصرية، أغسطس ١٩٩٦.

- Ahmed S. Ouf, Designing with Behavior Settings: A Cultural Appropriate Design Approach, Egyptian Society of Engineers Bulletin, 1993 (in English).
- Robert Sommer, Personal Space; The Behavioral Basis of Design N.J.:Prentice-Hall, Inc. 1969.
- Whyte , William H., The Social Life of Small Urban Spaces, Washington D.C.: The Conservation Foundation, 1980.



## بلديات ...

ا.د. احمد خالد علام

### مترو ١٠ رمضان

أخذت مصر بعد حرب أكتوبر بأسلوب إنشاء المدن الجديدة خارج وادى ودلتا النيل ، وبدأت الدولة بمدينة ١٠ رمضان في منتصف المسافة بين القاهرة والإسماعيلية ، وخطت المدينة على أساس أن تستوعب نصف مليون نسمة حتى عام ٢٠٠٠م، والواقع أن عدد سكان المدينة لم يصل حتى الآن (١٠٠- مائة ألف نسمة ) وعام ٢٠٠٠ على الأبواب !!

وبمعنى آخر يسير معدل النمو السكاني بالمدينة ببطء شديد على الرغم من أن عدد المصانع بها وصل أكثر من ٧٠٠ مصنع وتنتج ما يعادل ٣ مليار دولار سنوياً- حيث نجحت المدينة في جذب الصناعات الحديثة لتستقر فيها .

ولا شك أن أحد الأسباب الرئيسية لبطء النمو السكاني هو عدم وجود وسيلة مواصلات ' سريعة - مريحة - اقتصادية " تربط المدينة بالقاهرة - حيث يعتمد سكانها حالياً على السيارة الخاصة والأتوبيس - وترتب على ذلك أن أصبح طريق ١٠ رمضان القاهرة مزدحماً ، تحيط به المباني وتتعدد حركة المرور به في فترات كثيرة .

والحل الأمثل لحل مشاكل المواصلات وزيادة معدلات نمو السكان هو ربط القاهرة بمدينة ١٠ رمضان بمترو ( مترو أنفاق ) .

وقد يكون تشغيل المترو المقترح في هذه الفترة غير اقتصادي لصغر حجم سكان المدينة الآن..!

ولكن الخوف من أن تنتظر الدولة حتى يكمل عدد سكان ١٠ رمضان وتبدأ في التفكير في إنشاء مترو ...

في هذا الوقت سوف لا تجد الدولة مكاناً تمد فيه خط المترو وتكون مجبرة في نزع ملكية أراضي لهذا الغرض - وتكون تكاليف نزع الملكية باهظة ..

والأفضل ، أن تبدأ الدولة فوراً في تنفيذ إنشاء هذا المترو .

### قمامة القاهرة

يشكو كثير من المواطنين على صفحات الجرائد من صناديق القمامة الموجودة في بعض شوارع القاهرة وميادينها العامة... يشكون من سوء منظرها، ومن أكوام القمامة المتراكمة عليها وحولها لفترات طويلة قبل نقلها إلى المقالب العمومية... لدرجة أنها أصبحت محاضناً للحشرات والذباب والجراثيم .

ويطالب هؤلاء المواطنون بإزالة هذه الصناديق وزيادة عدد المتعهدين بجمع القمامة من المنازل..

والحقيقة أن غالبية مساكن القاهرة لا يوجد بها مكان أو وعاء يصلح لحزن القمامة بطريقة صحية إلا ليوم واحد على الأكثر..

وفي حالة حزن القمامة يومين أو ثلاثة - وهو ما يحدث في معظم الأحوال - تتجمع القمامة بطريقة غير صحية، وتصبح مصدراً لتجميع الحشرات والذباب .. وبهذا تصبح المساكن غير صحية.

وفي كثير من الدول المتقدمة تخطط المواقع التي توضع فيها صناديق القمامة (بالشوارع والميادين ) بحيث تكون قريبة من المساكن التي تخدمها ، وبحيث تشجع ربة البيت على حمل القمامة من مسكنها إلى محطة صناديق القمامة وتفريغ القمامة بها مرة أو مرتين في اليوم ، حتى يبقى المسكن صحياً على الدوام من هذه الناحية .

وفي القاهرة يجب الإكثار من مواقع صناديق القمامة ، وعدم التفكير في إلغائها ولكن بشرط أن تكون المواقع مناسبة، وأن يشجر حولها أو تحاط بأسوار تحجبها عن الرؤية ، وأن تفرغ القمامة من هذه الصناديق مرة أو مرتين أو حتى ثلاث مرات في اليوم الواحد ، وأن تغسل هذه الصناديق وكذا الموقع بصفة دورية .

## مصادر الرطوبة وتأثيرها على المباني

د. مدحت الشاذلى\*

### ملخص

تمثل الرطوبة أهم المشاكل المؤثرة على سلامة المنشآت باختلاف أنواعها، ويهدف البحث إلى دراسة المصادر المتعددة للرطوبة والأسباب التى تؤدي إلى وصولها إلى الأجزاء المختلفة داخل وخارج المنشأ مع تحديد الآثار الضارة التى تصيب المبنى نتيجة تعرضه للرطوبة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر.

ويشمل البحث جزئين رئيسيين هما :

الأول : يتناول مصادر الرطوبة وتأثيراتها المختلفة على أجزاء المنشأ.

الثانى : يتناول أسباب وكيفية وصول الرطوبة إلى أجزاء المبنى بدءاً بالقواعد المدفونة ، وحتى بلاطة السقف الأخير.

ويخلص البحث إلى مجموعة نتائج من أهمها تحديد مصادر الرطوبة الرئيسية والتى تعتبر أهم الخطوات لتجنب تأثيرها الضار على الأجزاء الإنشائية والغير إنشائية للمبنى، كذلك التعرف على أسباب وصول الرطوبة للأجزاء جميعها مما يساهم فى تحديد أساليب وأدوات الحماية من هذه المصادر.

الكلمات الدلالية ( Keywords ) :

\* الرطوبة Humidity

\* تدهور المباني Deterioration of buildings

### المقدمة

تمثل الرطوبة أهم المشاكل التى تؤثر على سلامة المنشآت باختلاف أنواعها...، واكتشاف مدى تأثير المباني بالرطوبة الذى يتم بواسطة أجهزة كهربائية مختلفة Electrical Resistance Meters يؤثر بشكل مباشر على حركة بيع وشراء العقارات مؤخراً فى الدول المتقدمة مثل المملكة المتحدة على سبيل المثال، ويتضح ذلك من النقاط الآتية :

- كثير من القضايا الناجحة هى تلك التى رفعت ضد ملاك العقارات التى ثبت وجود مستوى رطوبة عال بها.
- مع زيادة عدد الطوابق تكون الأدوار المتكررة المعرضة لامتصاص مياه الأمطار من خلال الحوائط الخارجية الباردة أكثر بكثير من الأدوار العليا التى تتسرب إليها مياه الأمطار من خلال الأسطح.
- تتلف كثير من مواد البناء وتتهار بتأثير الرطوبة نتيجة تنشيطها للعوامل الكيميائية والبيولوجية بشكل ملحوظ يؤدي إلى التدهور والانهيار فى صورة تعفن بيولوجى للمواد، مما يؤثر على الحالة العامة للمبنى.

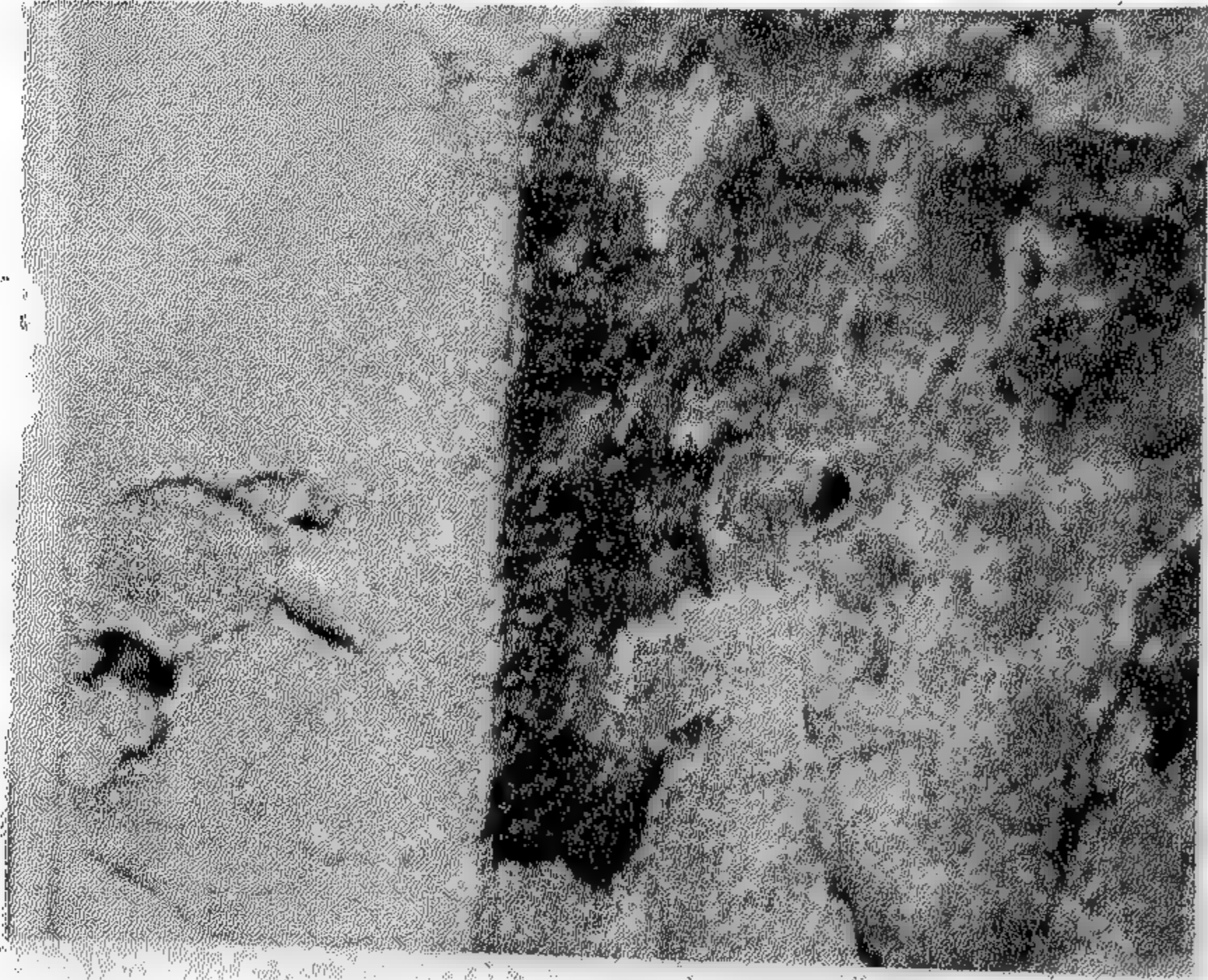
- اسعار المباني أصبحت تتأثر مؤخراً بمدى تأثيرها بالرطوبة حيث يعتبر انتشار الرطوبة فى المباني ضد الصحة العامة.



وتقوم مياه الأمطار بإذابة الأملاح العالقة بالجو أو الغازات وبامتصاص اسطح المباني لمياه الأمطار ، فتصل بالتالى تلك الاملاح إليها ايضاً مما يؤثر سلباً على مواد البناء، وتعتمد كمية الرطوبة فى الهواء على ساعات وأيام الأمطار خلال العام.

#### الآثار الناتجة عن مياه الأمطار :

أ- تآكل فى طبقة البياض والغطاء الخرساني للحوائط الخارجية، وهذا نتيجة لتعرض الحوائط لأحمال إضافية نتيجة لحركة مياه الأمطار الرأسية ، وأيضاً نتيجة لعوامل التآكل للأسطح ( شكل ٢ ).



شكل ٢- تآكل البياض

ب- ظهور حديد التسليح بعد تآكل طبقة الغطاء الخرساني مما يؤدي إلى صدأ حديد التسليح مما يشكل خطراً على سلامة المنشأ (شكل ٣).



شكل ٣- تآكل الغطاء الخرساني

#### ١- مصادر الرطوبة وتأثيراتها على المبنى

تتنوع مصادر الرطوبة المؤثرة على المباني وتنقسم إلى مصادر طبيعية وأخرى صناعية (شكل ١).

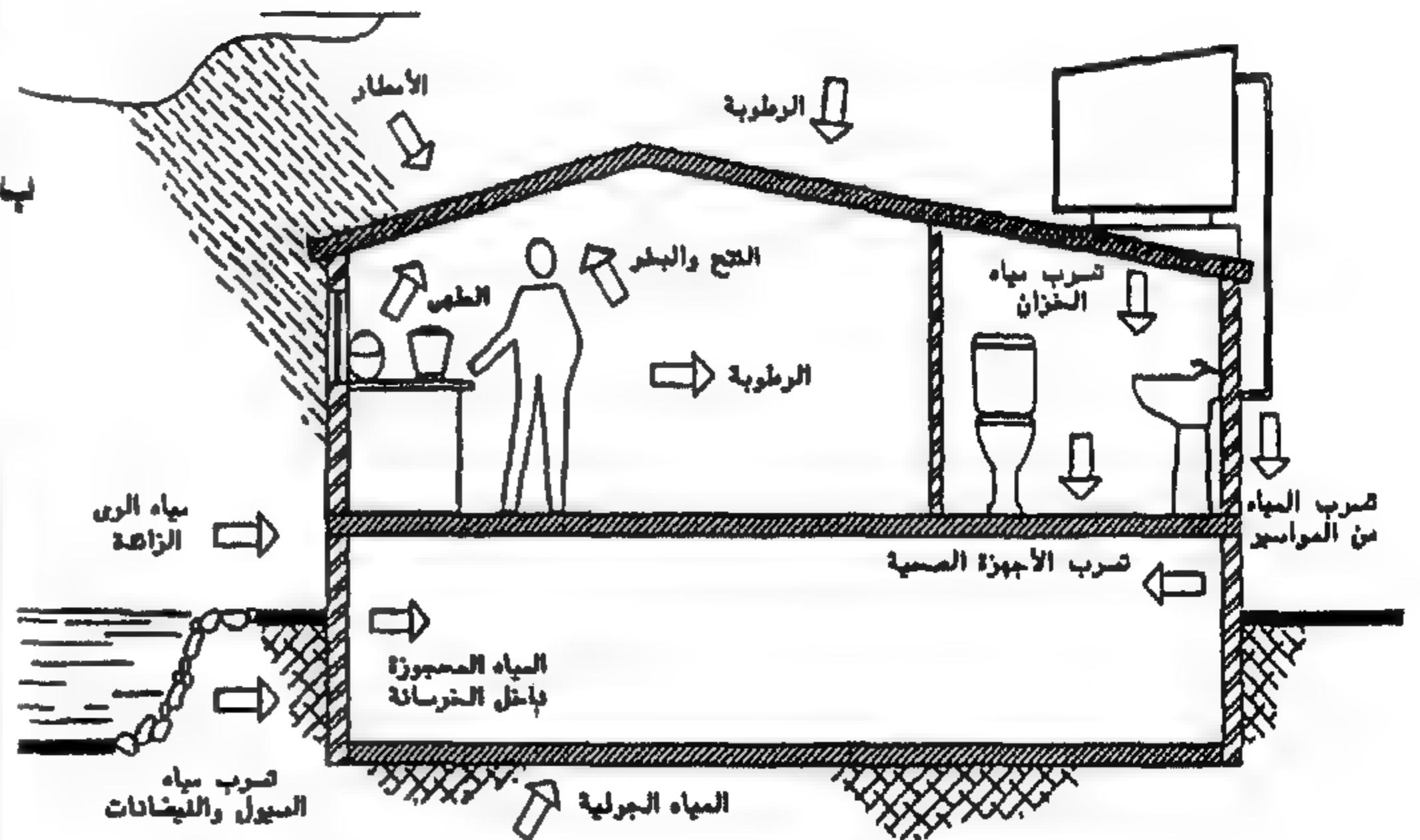
#### مصادر الرطوبة :

##### مصادر طبيعية

- الأمطار
- تكثف الرطوبة
- الرطوبة النسبية
- المياه الجوفية
- النباتات الطبيعية
- رذاذ المياه
- بخار العرق

##### مصادر صناعية

- أساليب تكييف الهواء
- ري الحدائق
- حمامات السباحة
- التسرب من التركيبات الصحية
- سوء استعمال المبنى



شكل ١ - مصادر الرطوبة الطبيعية والصناعية

#### ١ - ١ مصادر الرطوبة الطبيعية

##### ١-١-١ الأمطار Rain fall

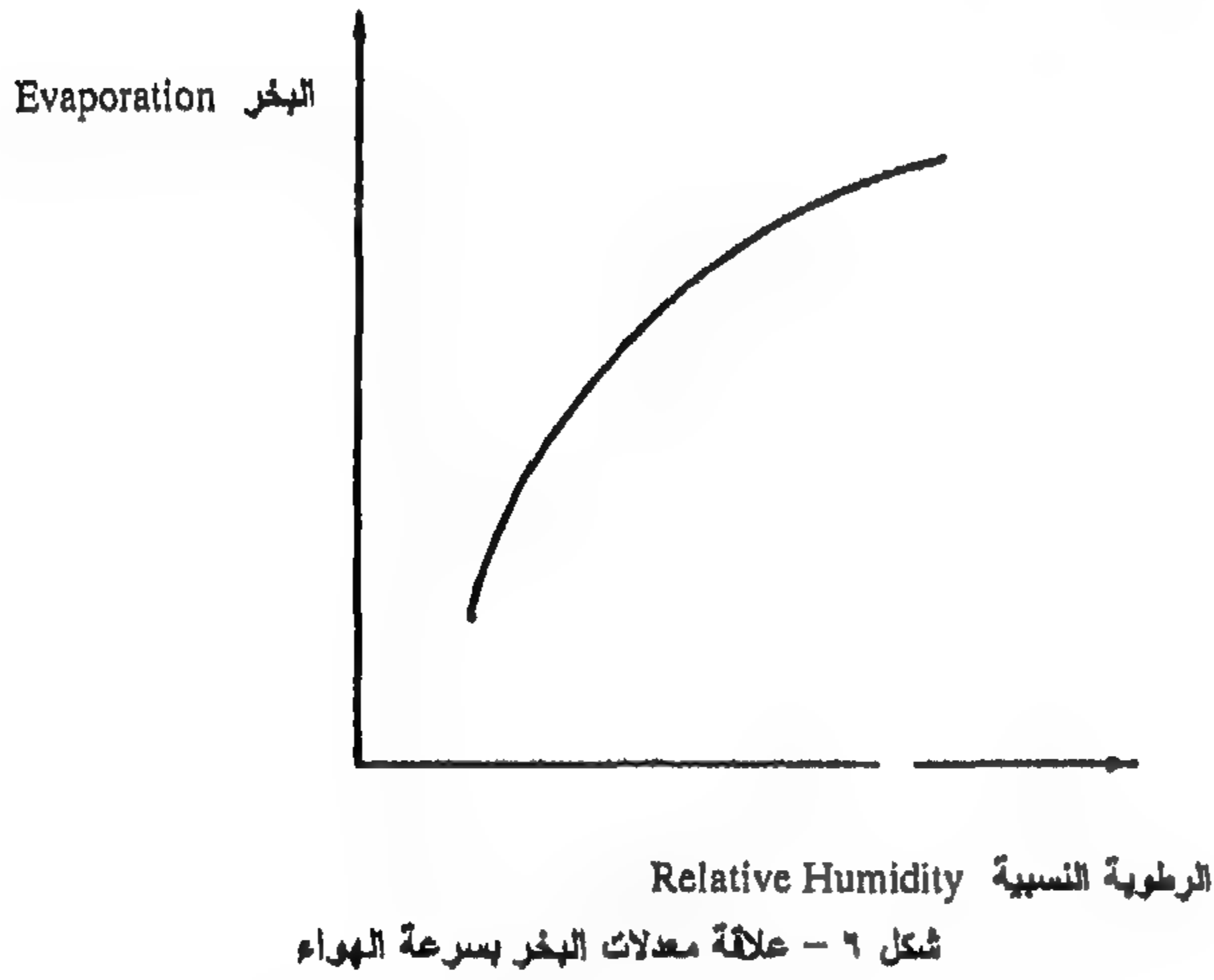
تعتبر الأمطار من أهم مصادر الرطوبة فوق سطح الأرض حيث تصل مياهها مباشرة للأسطح الأفقية والرأسية للمباني



ثانياً : معدل حركة الهواء داخل الفراغ حيث تساعد زيادة سرعة الهواء على زيادة معدلات البخر ( الشكل ٦ ) .

وتستمر عملية البخر عن طريق تيارات الحمل في الحالات الآتية:

- عندما تكون درجة حرارة الجو أقل من درجة حرارة الجلد .  
- الرطوبة النسبية للجو غير مرتفعة ومن المسلم به فسيولوجياً أن عدم الإحساس بالراحة الحرارية thermal discomfort يتبعه زيادة معدلات العرق كمحاولة لفقد الحرارة الزائدة ، كما يختلف الإنسان المصرى عن الإنسان الأوروبى فى أنه يتناول كميات كبيرة من السوائل ويفقدوها خلال اليوم .

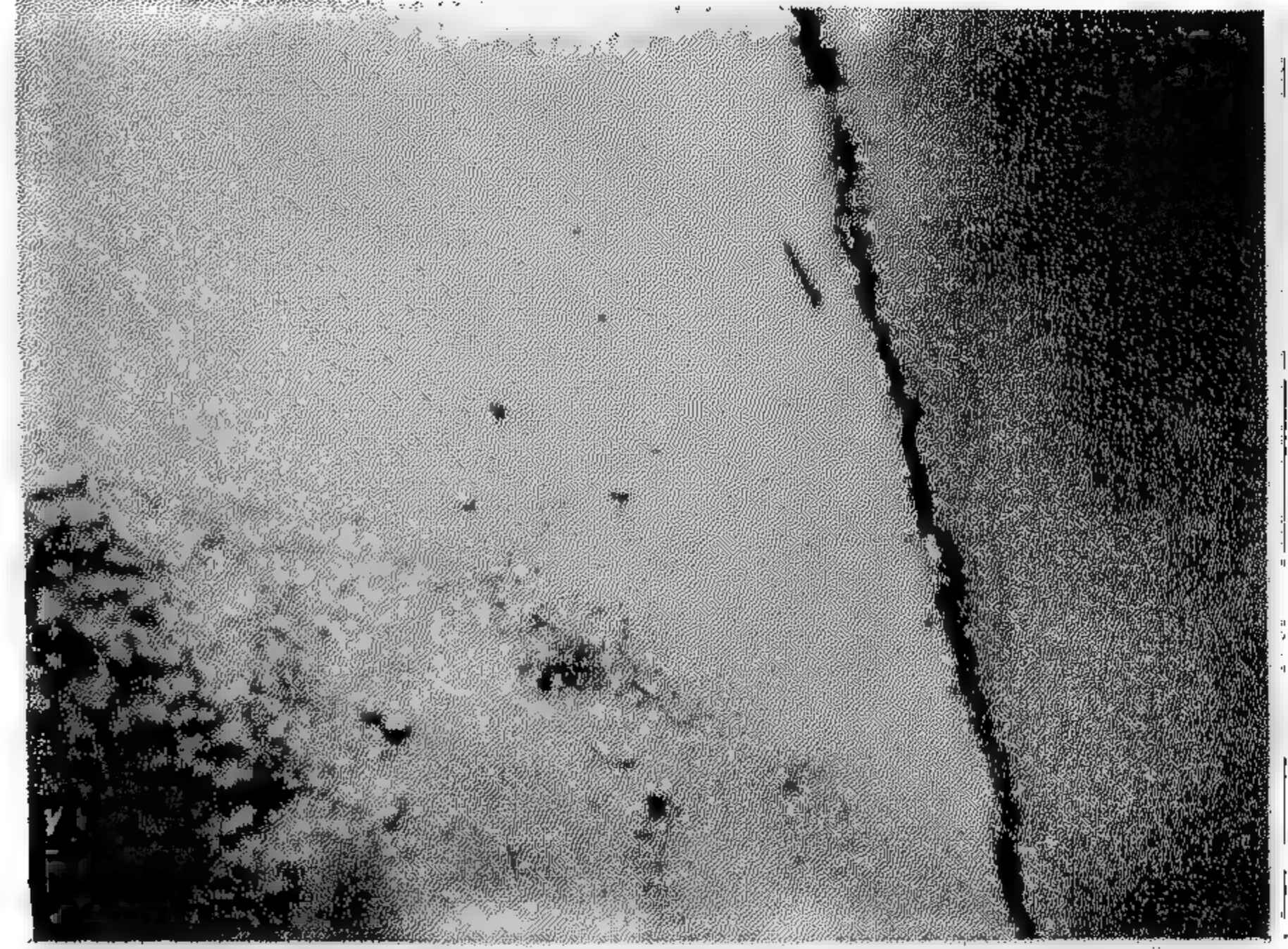


#### ١-٣-١ الرطوبة النسبية داخل الفراغ وخارجه

الرطوبة النسبية من الخصائص الحاكمة فى المناطق الحارة حيث تنقسم إلى قسمين رئيسيين هما :  
المناطق الداخلية Inlands والمناطق الساحلية Maritime، وتتميز المناطق الداخلية بعدم سقوط مياه الأمطار وانخفاض الرطوبة النسبية، أما المناطق الساحلية فتتميز بانتظام سقوط الأمطار وارتفاع الرطوبة النسبية . كما تنقسم المناطق الحارة الجافة حسب تقسيم Atcmson & others إلى:

- المرتفعات الدافئة الرطبة
- المرتفعات الدافئة الجافة
- الجزر الاستوائية
- السافانا الموسمية
- الصحارى الساحلية

ج- تشققات فى الخرسانة نتيجة امتصاص الرطوبة داخل الحوائط مما يؤدي إلى انكماش وتمدد المواد المختلفة للبناء ( شكل ٤ ) .

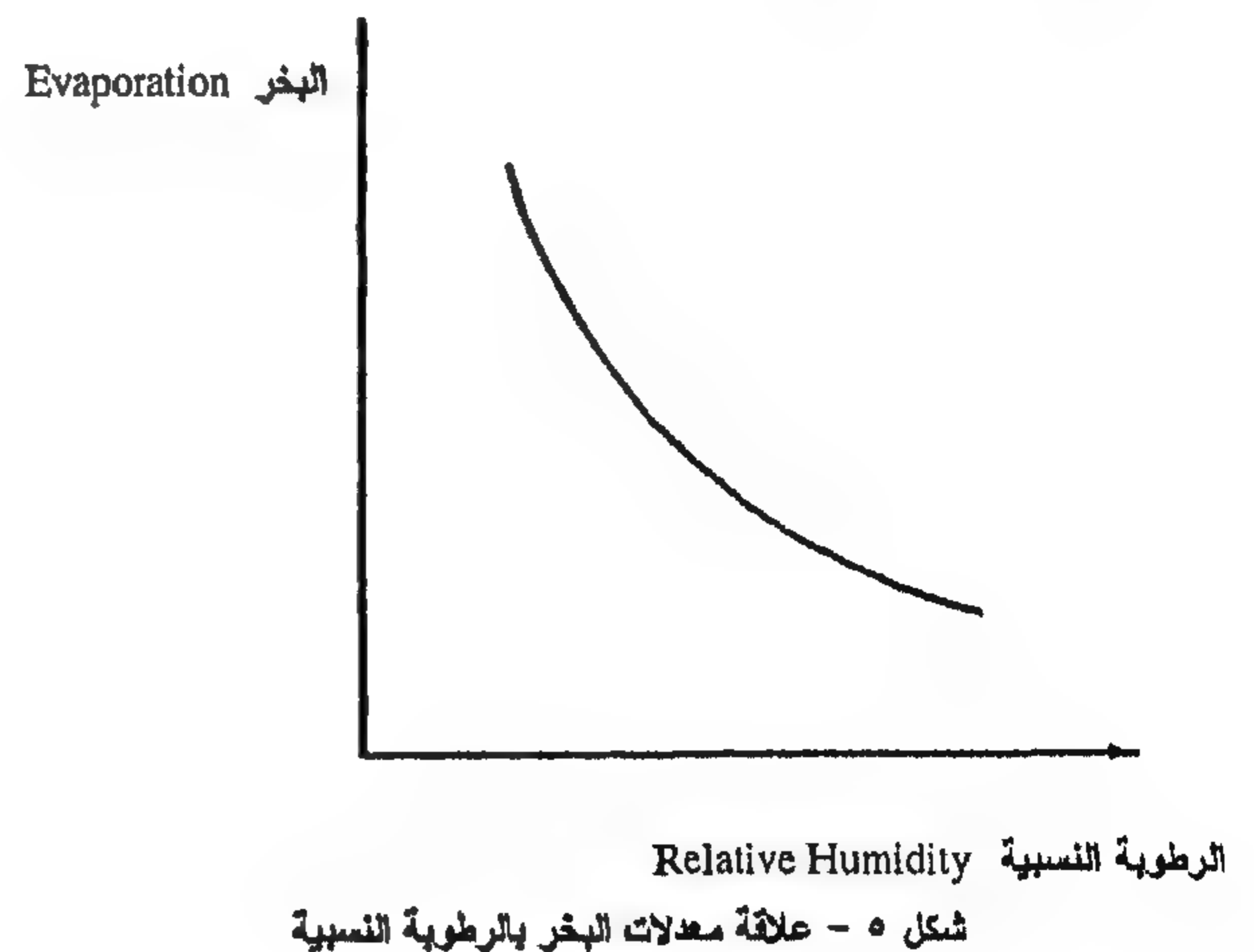


شكل ٤- تشققات الخرسانة

#### ١-١-٢ تكثف الرطوبة داخل الفراغات

تكثف الرطوبة داخل فراغات المباني وعلى أسطحها الداخلية نتيجة تبخر الرطوبة من الأجسام الرطبة الموجودة داخل الفراغ، فيحتاج الإنسان على سبيل المثال فسيولوجياً لفقد الحرارة الزائدة فى الجسم، ويكون ذلك عن طريق بخر العرق من خلال سطح الجلد والجهاز التنفسي respiratory system حيث تفقد الحرارة للجو المحيط من خلال تيارات الحمل Convection عن طريق تلامس الهواء مع سطح الجلد. وفقد الحرارة من خلال البخر يعتمد على عدة عوامل هي:

أولاً : الرطوبة النسبية relative humidity حيث تتناسب معدلات البخر عكسياً مع الرطوبة النسبية للهواء داخل الفراغ ( الشكل ٥ )





وتؤثر المياه الجوفية عادة على الأساسات والأعمدة والحوائط والتركيبات الصحية الخاصة بالأدوار الموجودة تحت سطح الأرض من المبنى.

#### الآثار الناتجة عن المياه الجوفية

أ - تآكل الخرسانة وتآكسد حديد التسليح وتآكله نتيجة لوجود نسبة الأملاح في المياه الجوفية.

ب- زيادة احتمالات امتصاص الرطوبة من خلال العناصر الإنشائية والخرسانات المدفونة نتيجة لوجود نسبة الأملاح في المياه الجوفية.

ج- تلف الأساسات وانحرافها وتحريكها وتسرب المياه من حولها.

د- هبوط أرضيات المباني.

هـ- تلف وتآكل في المدادات الصحية والكهربائية والتليفونات.

و- تلف في مواد التشطيبات الداخلية في الأدوار المدفونة.

ز- ظهور طفح للمياه في أدوار البدروم.

ح- تلف البياض الخارجى أسفل المبنى ( شكل ٧ و ٨ ) .

#### ١-١-٥ التشجير Vegetation

يزداد محتوى الرطوبة في المحيط بزيادة كثافة النباتات بحجمها وبعدها عن جسم المبنى، فبالرغم من وجود النباتات في المناطق الحارة الذى يؤدي إلى عملية تبريد من خلال امتصاصها كمية كبيرة من الطاقة في عملية التمثيل الضوئى Photosynthesis ، إلا أنها نتيجة لعملية النتج Transpiration تفقد كمية كبيرة من الماء في الجو عن طريق البخر Evaporation ، وفي حالة اقترابها من المبنى، فإن الرطوبة تزداد من حوله، كما يؤثر احتياج الأشجار والحشائش للمياه على محتوى الرطوبة في التربة مما يؤدي إلى الاحتفاظ بقدر أكبر من الرطوبة حول الجذور.

#### تأثير النباتات الضارة بالمنشأ

يسبب الإسراف في رى المزروعات في المناطق المجاورة للمباني مع عدم الاهتمام بالعزل الخارجى الجيد لها، يحدث تراكم للمياه حول الأساسات وتنتقل الرطوبة إلى المبنى على هيئة مياه جوفية ويكون لها نفس الأضرار المذكورة من قبل ( شكل ٩ ) .

وتتدرج الأراضي المصرية تحت المرتفعات الدافئة الجافة، والصحارى الساحلية في الساحل الشمالى .

وتتكون بسبب التكثف Condensation طبقة دقيقة ملتصقة من الرطوبة absorption film في حالة الجو الرطب المشبع أو القريب من التشبع، وذلك نتيجة مايلي:

أولا : انخفاض درجة حرارة السطح الملاصق عن درجة حرارة الهواء.

ثانياً : وصول درجة الحرارة إلى درجة حرارة التندى Dew point وهي الدرجة التى يتم عندها تكثف بخار الماء عند ثبوت الضغط (١) ، ويكون في إحدى هذه الحالات :

- الوصول لنقطة التندى Dew point

- الضباب أو الشبورة المائية Fog

- الأمطار

ويلتصق هذا الغشاء المائى بسطح الجسم نتيجة لقوى التوتر السطحي، ولايختفى إلا من خلال عملية البخر أو التجفيف بوسائل صناعية.

#### ١-١-٤ المياه الجوفية Under-ground water

محتوى التربة من الرطوبة يعتمد على المياه الجوفية Under-ground water level وهي الماء المختزن تحت سطح الأرض نتيجة اقتراب الأرض من مجرى مائى أو رى الأرض أو سقوط الأمطار بانتظام. ومحتوى التربة من الأملاح يؤثر على معامل مقاومة التربة soil resistivity ، وهو يتراوح بين أقل مستوى له في الأراضي الزراعية irrigable areas التى تروى باستمرار، أما في المناطق الغير زراعية Non-irrigable areas فيكون معتمداً على العوامل الجوية.

وزيادة محتوى الرطوبة في التربة بشكل عام يزيد من قدرتها على التآكل Corrosion of soil. ويعرف محتوى التربة من الماء بأنه نسبة وزن الماء في حجم معين إلى وزن التربة الجافة في نفس الحجم (١) ويؤثر منسوب المياه الجوفية على ملوحة التربة والتي تعتمد على :

- درجة الـ PH للمياه الجوفية فتكون حمضية عندما تقل عن

٧,٤

- ضغط المياه الجوفية على المبنى

- سرعة حركة المياه الجوفية

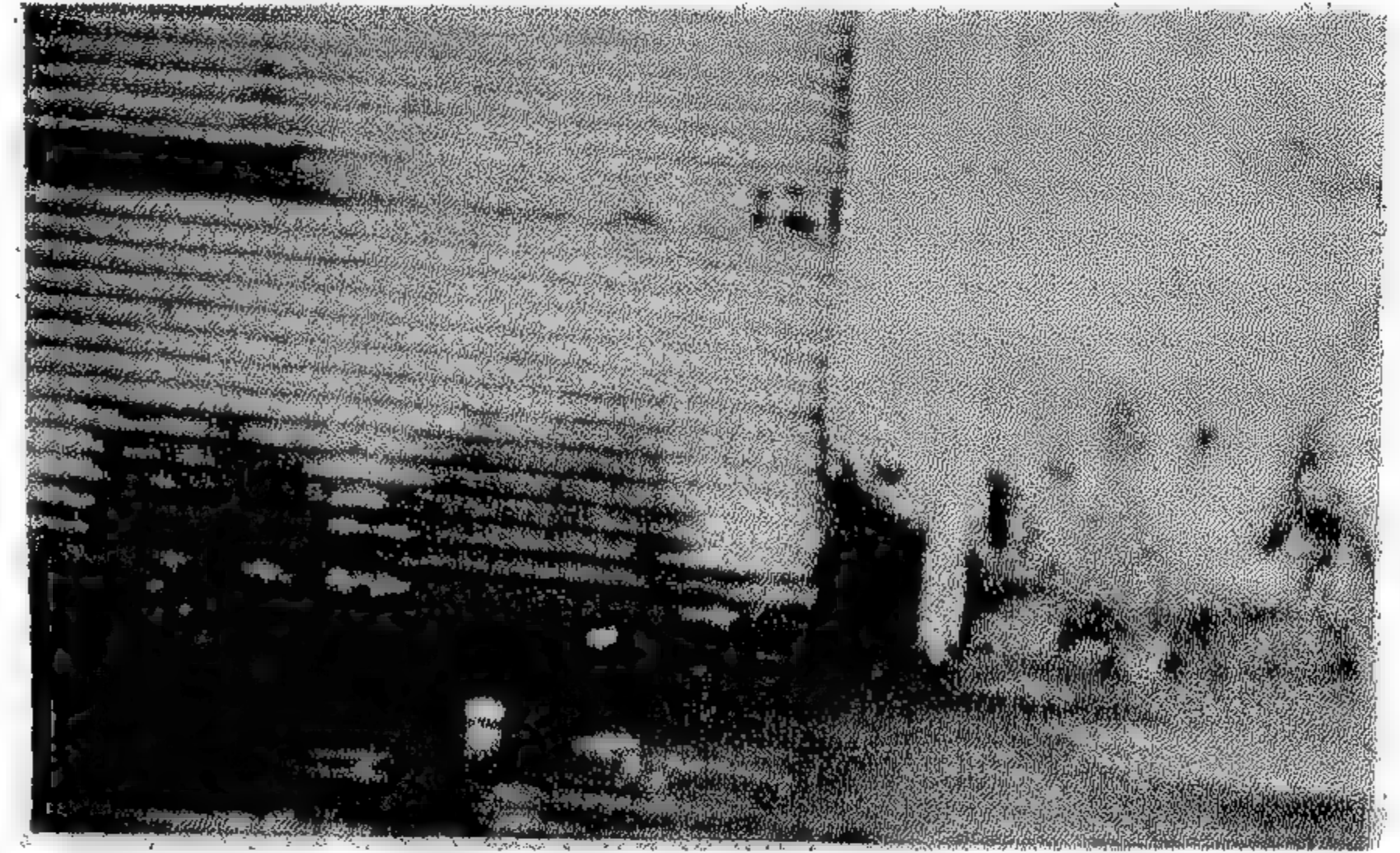


والجدول التالي يوضح البعد الأمثل لجذور الأشجار عن  
المباني والمنشآت المجاورة: (٣)

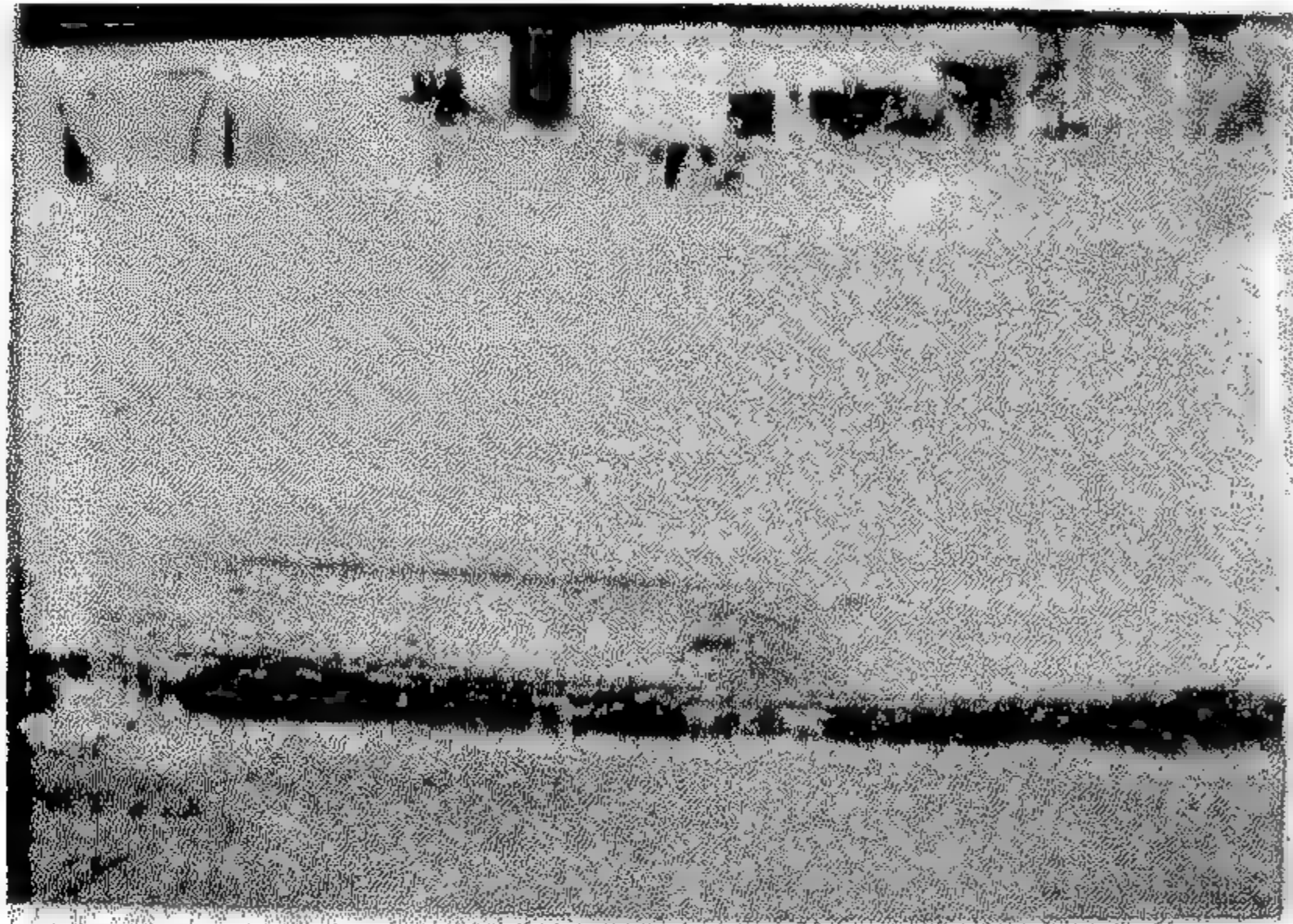
النوعية	المسافة (متر)	النوعية	المسافة (متر)
شجر البلوط، السنديان	٢٤	شجر الدلب	٣٠
الأشجار المزهرة العادية	٨	شجر التفاح	١٠
شجر الصنصاف	١٥	شجر السرو أو الحياه	٢٥
شجر الدردار/ الكمثرى	١٢	شجر الفران	٢٠
شجر البتولا	١٤		



(١)



(٢)



شكل ٩ - تأثير المياه على الأسطح الرأسية

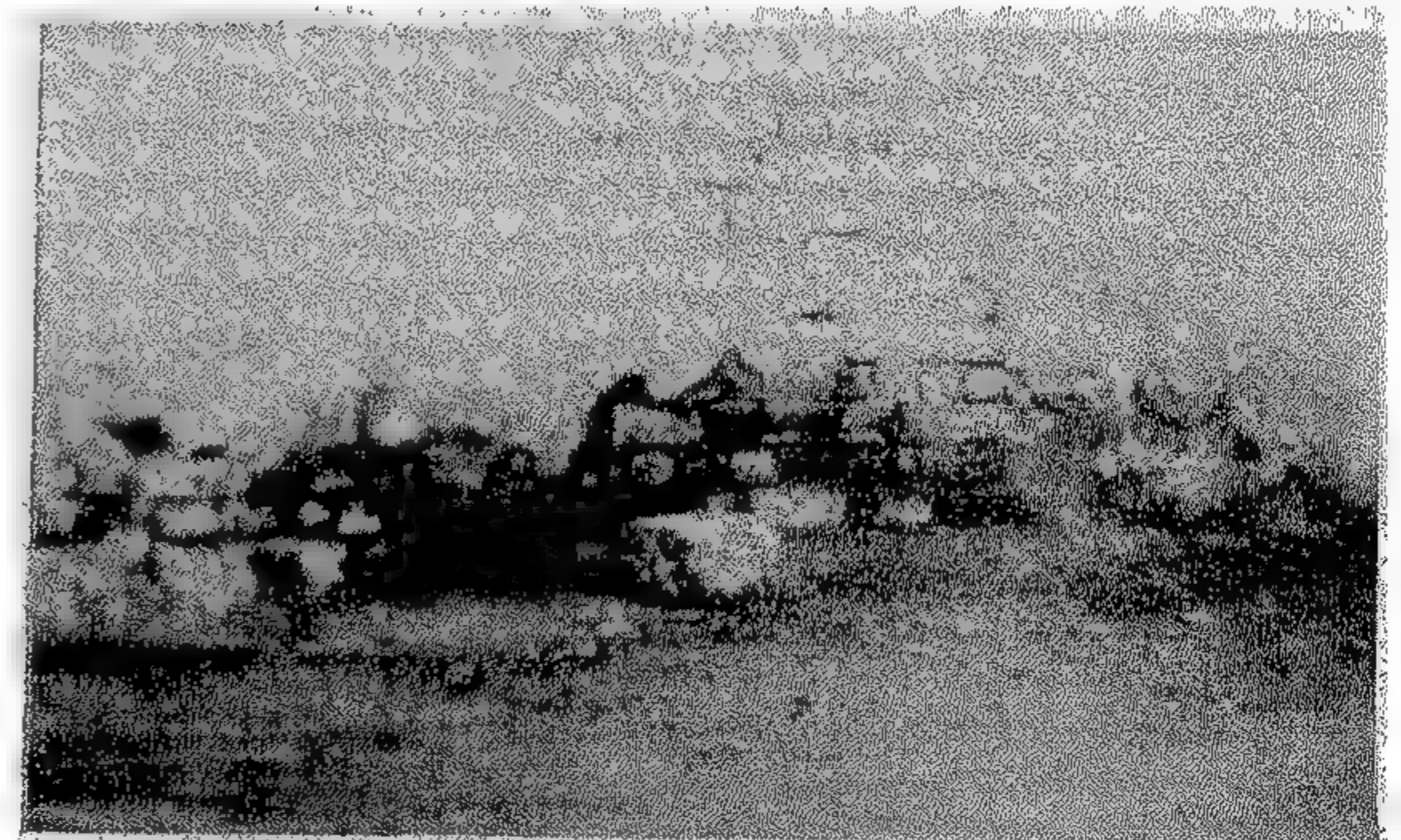
#### ١-١-٦ الرذاذ Aerosols

تنتقل الرطوبة من المصادر الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات وبخار الجو إلى أسطح المباني على هيئة رذاذ ناتج من اصطدام تيارات المياه بهذه المصادر عند الشاطئ، ونتيجة لحركة الأمواج تنتقل هذه المياه لما حولها من الأسطح من خلال الهواء.

#### ١ - ٢ المصادر الصناعية للرطوبة

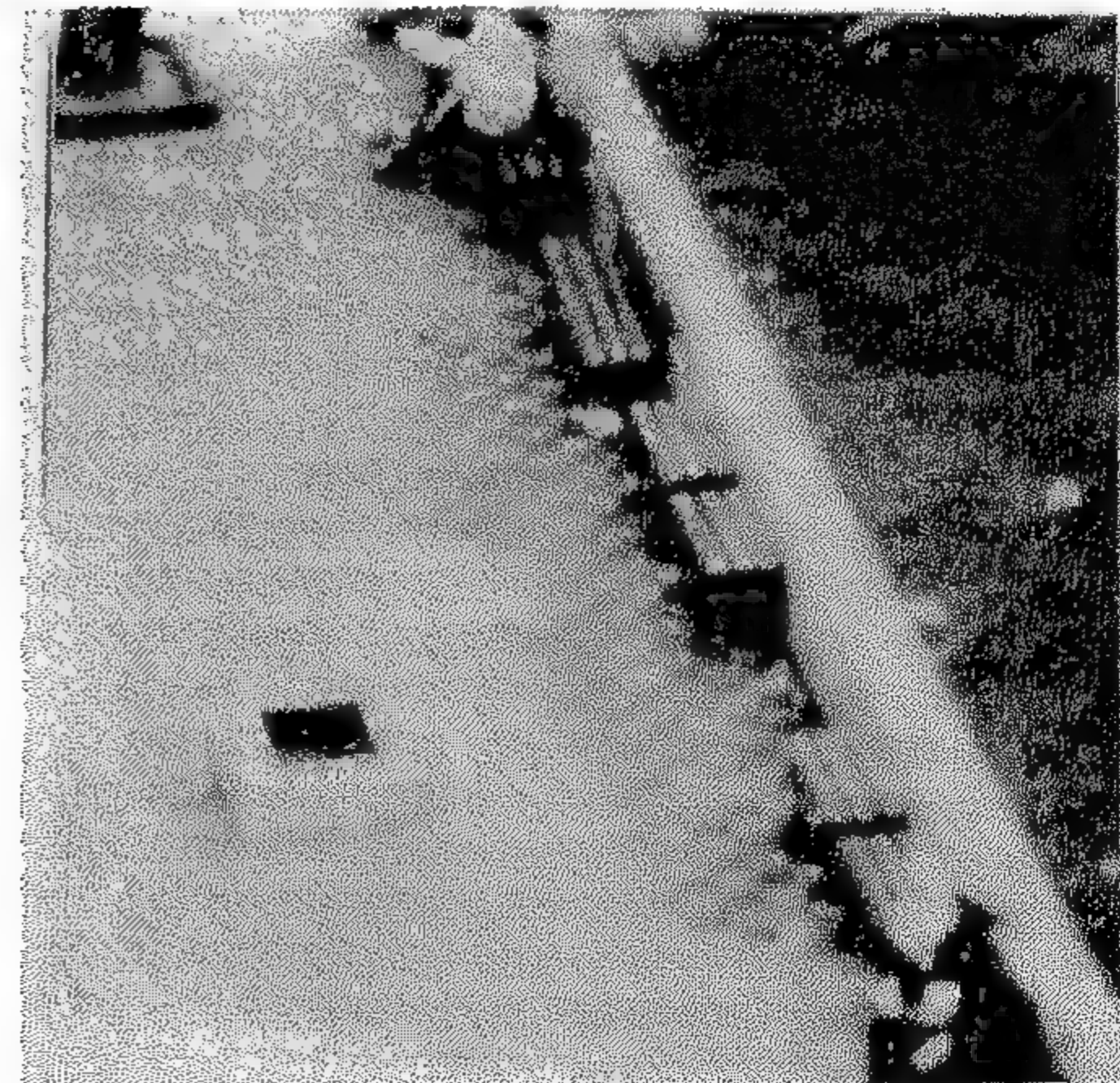
##### ١-٢-١ تكييف الهواء Air conditioning

تعتمد نظم التكييف في حالتى التبريد والتدفئة للهواء على عاملين أساسيين : درجة الحرارة ودرجة الرطوبة. لذلك، فإن أساليب تكييف الهواء سواء كانت طبيعية أو صناعية تشكل مصدراً هاماً للرطوبة داخل المبنى وخارجه. ويؤدي استعمال أجهزة التكييف الخارجية إلى سقوط قطرات مياه ناتجة عن عملية التبريد مما يؤدي إلى تلف البياض الخارجى وحدوث تشققات للخرسانة ( شكل ١٠ ).



(ج)

شكل ٧ - آثار المياه الجوية على المباني



شكل ٨ - تأثير الماء على الأسطح الأفقية



الأسطح برذاذ المياه jet sprayers .

#### ١-٢-١-٣ البرك العلوية Roof pools

طريقة للتبريد ابتكرتها جامعة تكساس عن طريق إغراق الأسطح بالمياه مع توفير المتطلبات اللازمة للعزل، ولكن من عيوبه أنه يمثل أحمالاً إنشائية إضافية على المبنى، وعدم كفاءة العزل يؤدي إلى تسرب المياه إلى جسم المبنى الإنشائي كما هو الحال في الحالة السابقة.

#### ١-٢-١-٤ المبردات بأسلوب التبخير Evaporative coolers

تمثل أهم مصادر الرطوبة داخل المبنى وتستخدم كأسلوب تبريد في المناطق الحارة الجافة والتي بها مصادر وفيرة من المياه.

وتتم هذه الطريقة عن طريق تمرير الهواء على أسطح رطبة بالماء فيفقد الهواء جزءاً من حرارته لتبخر المياه، ويتحمل قدراً أكبر من الرطوبة مما يساعد على الوصول إلى الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ، ومن مشاكل هذه الطريقة تكثف هذه الرطوبة على الأسطح الداخلية.

#### ١-٢-٢-٢ ري الحدائق Garden irrigation

وجود الحدائق والأراضي الزراعية مجاورة للمباني ومايتبعه من ري مستمر لهذه المزروعات يعتبر مصدراً مستمراً للرطوبة تحت وفوق سطح الأرض ( شكل ٩ ).

#### ١-٢-٣ استخدام النوافير وحمامات السباحة الداخلية

##### Fountains & indoors swimming pools

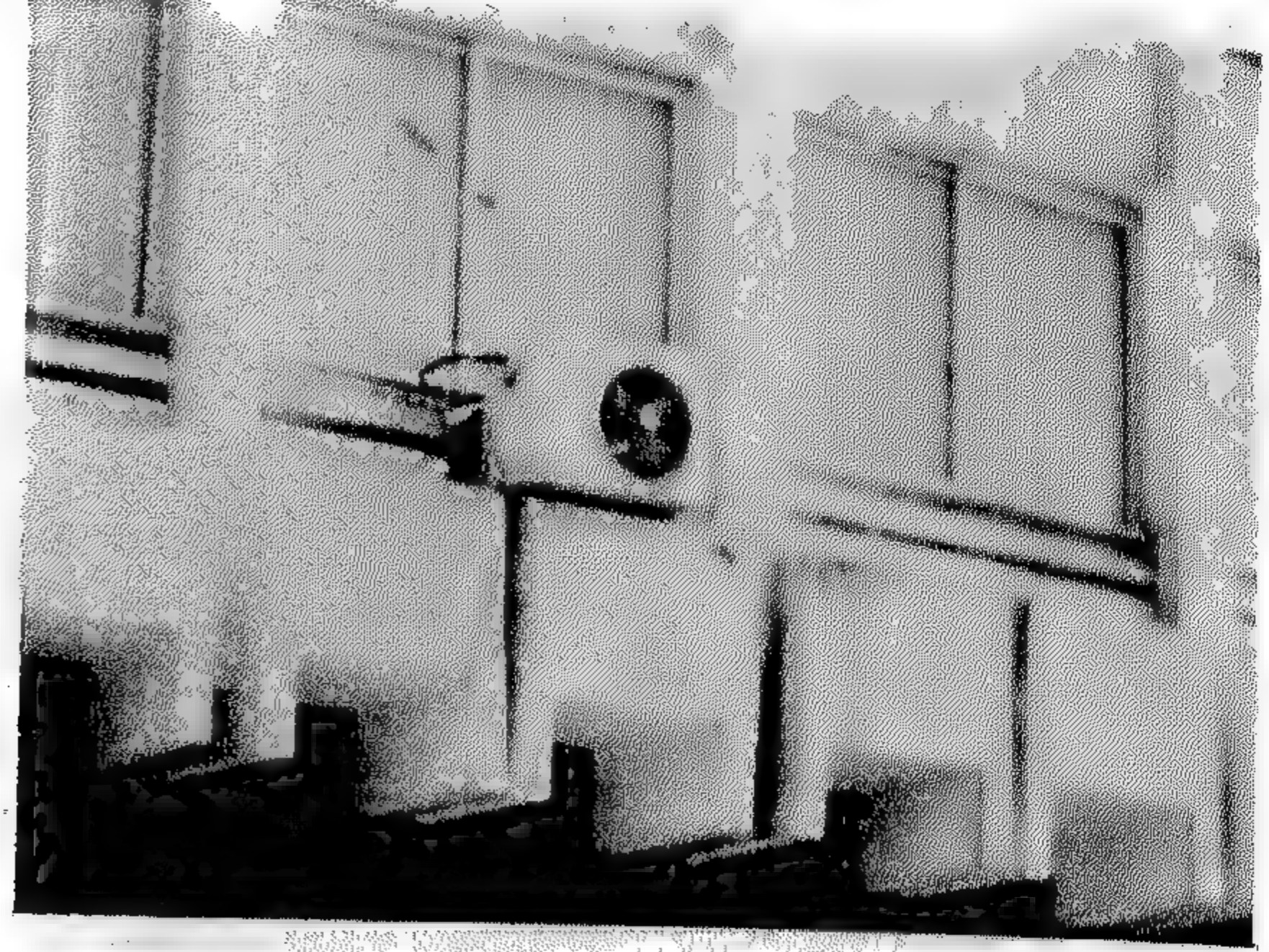
تستخدم النوافير في القاعات والبرك داخل الأبنية الداخلية من أجل تجميل الفراغ الداخلي وزيادة الرطوبة داخل الفراغ سواء كانت برك المياه ساكنة أو على شكل شلالات ونوافير، فكلها تحدث تغييرات حرارية عند تبخر المياه مما يقلل درجة الحرارة dry bulb temperature ، وتعتمد كمية البخار وكذلك مقدار زيادة الرطوبة داخل الفراغ على مايلي :

- مساحة سطح المياه المعرض للهواء

- الفرق بين درجتي حرارة الفراغ وحرارة المياه الابتدائية

- السرعة النسبية للهواء

- مدة التلامس بين الماء والهواء



شكل ١٠ - الأكثر الناتج عن أجهزة التكييف

وتتنوع أساليب تكييف الهواء داخل المبنى بين الطرق التقليدية والطرق الحديثة وأهم هذه الطرق:

#### ١-٢-١-١ زراعة السقف

وهي وسيلة تقليدية لتبريد الهواء داخل المبنى عن طريق تغطية السقف بطبقة من الطين وزراعتها، وقد أثبتت التجارب أن طبقة طين سمكها ١٥ سم على سطح بلاطة خرسانية سمكها ١٥ سم تقلل من درجة حرارة الفراغ ١٠ درجات مئوية عن الهواء المحيط (١) . وفي حالة الزراعة يحدث تبريد في الهواء فوق السطح نتيجة لامتناع الإشعاع الشمسي وعدم انعكاسه، وأيضاً نتيجة لجذور النباتات التي تحتفظ ببعض الرطوبة.



شكل ١١ - الأسقف المغطاة بالنباتات

#### ١-٢-٢-٢ رشاشات الأسقف Roof sprayers

تستعمل رشاشات الأسقف كوسيلة لتقليل الحرارة المنتقلة وتبريد سطح الأسقف بالمبنى مما يساعد بالتالي على خفض درجة حرارة الفراغ الداخلي، ويتم ذلك عن طريق إغراق



(شكل ١٣).



شكل ١٢ - آثار التسرب على واجهات المباني



شكل ١٣ - آثار التسرب من التركيبات الصحية

## ١-٢-٥ سوء استعمال المبنى Building misuse

سوء استعمال المبنى يساعد على انتشار الرطوبة داخل وفوق الأسطح الخارجية للمبنى، مثل عدم تجفيف الأرضية بعد تنظيفها بالمياه أو عدم تهوية المطابخ جيداً أو تجفيف الملابس مما يؤدي إلى تكثف الأبخرة من السخانات والغلايات على الأسطح الداخلية للفراغات .

أما استخدام حمامات السباحة الداخلية فتساعد على زيادة نسبة الرطوبة داخل الفراغ بسبب زيادة زمن التعرض للهواء طوال اليوم. أما في حالة استخدام حمامات السباحة الخارجية، فذلك يساعد على زيادة نسبة الرطوبة حول المبنى بسبب وجود تيارات هوائية ملامسة لسطح الماء مما يساعد على زيادة معدلات البخر.

## ١-٢-٤ التسرب والرشح الناتجان عن التركيبات الصحية:

في حالة عدم كفاءة الوصلات واللحامات بمواسير التغذية والصرف تكون هذه التركيبات مصدراً للرطوبة في المباني وذلك للأسباب الآتية :

## ١-٢-٤-١ عيوب التنفيذ

عدم العناية بالعزل الكافي وعدم دقة التركيب بأماكن الوصلات واللحامات.

## ١-٢-٤-٢ تآكل المواسير

بسبب صدأ المواسير أو سوء استعمالها بتصريف مركبات تساعد على تأكلها سريعاً وصدئها، وهذه المدايات تشمل مدايات مياه الشرب ومياه الصرف وكذلك مدايات صرف مياه الأمطار.

الآثار الناتجة عن التسرب والرشح من التركيبات الصحية:  
أ- يؤدي التسرب والرشح إلى تلف في طبقة البياض وسقوط البياض الخارجى.

ب- فى حالة امتداد تأثير التسرب والرشح إلى العناصر الإنشائية، يحدث تآكل فى الغطاء الخرساني (شكل ١٢).

ج- يؤدي حدوث سقوط الغطاء الخرساني نتيجة التسرب والرشح إلى صدأ فى حديد التسليح بالأجزاء التى تم تعريضها.

د- حدوث شقوق فى الحوائط مما يزيد من احتمالات تسرب المياه إلى الفراغات الداخلية.

هـ- انتشار الرطوبة نتيجة التسرب والرشح يساعد على نمو نباتات وفطريات قد تكون ضارة وملوثة بالمنشأ



غير إنشائية مثل الحوائط الخارجية والتكسيات وأسطح الفتحات.

## ٢-١-٣ ركود مياه الأمطار Rain water accumulation

أ- فوق الأسطح العلوية نتيجة عدم كفاءة نظام صرف مياه الأمطار.

ب- أسفل المبنى نتيجة لعدم وجود ميل في الرصيف مما يؤدي إلى وصول المياه للداخل لعدم كفاءة نظام العزل الأفقي والرأسي للمبنى.

## ٢-١-٤ تسرب مياه المواسير الملاصقة لأسطح المبنى Plumbing leakage

نتيجة لعدم كفاءة مواسير الصرف والتغذية الملاصقة للواجهات ( الرأسية ) وللأسقف وللأرضيات ( الأفقية ) نتيجة سوء التركيب وضعف العزل.

## ٢-٢ وصول الرطوبة إلى المبنى الحمل Convection

تؤدي تيارات الحمل إلى وصول الرطوبة إلى الأجزاء الخارجية والظاهرة من المبنى مثل الحوائط والأعمدة والفتحات والتكسيات والبياض الخارجى. وذلك بسبب رذاذ المياه المنطلق من النوافير والرياح المحملة بالرطوبة على السواحل.

## ٢-٣ وصول الرطوبة للأسطح داخل المبنى نتيجة المسامية والنفاذية:

تصل الرطوبة للأجزاء المغطاة من المبنى نتيجة وجود أماكن تسمح بنفاذها إلى الداخل مثل:

### ٢-٣-١ التشقق Cracking

ويحدث نتيجة لعدة عوامل

أ - زيادة الأحمال مما يؤدي إلى الترخيم Deflection .

ب- التمدد والانكماش لتغير درجات الحرارة.

ج- فارق التمدد بين العناصر الإنشائية للمبنى.

د- تدهور سطح التشطيبات نتيجة التغيرات الفيزيائية أو الكيميائية أو الفوتوكيميائية.

هـ- ارتفاع درجة الحرارة مما يسبب مشاكل في الدهانات الخارجية.



شكل ١٤ - أثر التلامس المبللة على منشئ غسل

## ٢-٢ أسباب وصول الرطوبة إلى المبنى

يمكن تحديد أسباب وطرق وصول الرطوبة إلى الأجزاء المختلفة من المبنى بدءاً بالقواعد وحتى بلاطة السقف الأخير من خلال النقاط التالية:

\* تصل الرطوبة إلى الأسطح نتيجة:

١- التلامس المباشر

٢- تيارات الحمل Convection

\* تصل الرطوبة إلى داخل المبنى نتيجة المسامية والنفاذية.

٢-١ وصول الرطوبة إلى المبنى بالتلامس المباشر  
: direct contact

٢-١-١ التلامس مع المياه الجوفية Underground water  
: contact

يحدث في حالة الأساسات والسملات والقواعد وذلك لخاصية النفاذية والمسامية Permeability لأنها تتكون من مواد غير متجانسة ولعدم وجود كفاءة في العزل سواء للخرسانات أو للحوائط والبلاطات الأفقية لأدوار البدروم.

٢-١-٢ التلامس مع الرطوبة المتكثفة

: Condensed water vapour contact

يحدث في أجزاء المبنى الظاهرة فوق سطح الأرض سواء كانت أجزاء إنشائية مثل الأعمدة والكمرات أو أجزاء

عناصر المبنى المختلفة		العناصر الإنشائية									العناصر الغير إنشائية			
مصادر واسباب الرطوبة بالمبنى		اساسات	اعدة	كمرات	بلاطات	حوائط	سلام	المباني الخارجية	القواطع	الفتحات	التركيبات الصحية	الفرش		
التلاصق المباشر مع الأسطح المكشوفة	المياه الجوفية	x	x			x		x			x			
	تكثيف الرطوبة			x	x	x	x	x		x	x			
	ركود مياه الأمطار				x		x	x						
	تسرب مياه المواسير	x	x	x	x	x		x	x		x			
	تيارات الحمل													
	رذاذ المياه		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
التلاصق المباشر مع الأسطح الغير مكشوفة	تشقق طبقات التغطية		x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	سوء الصنعة	x	x	x	x		x				x			
	نفاذية المواد	x	x	x	x	x	x	x			x			

1. *Angus & Robertson, (1975) " Building Environment ", Mc Grow, Pub., New York.*
2. *Department of Environment, (1976), " Common Defects in Buildings", Property Services Agency - Her Majesty's Stationary Office, London.*
3. *Department of Environment, (1986), " Defects in Buildings", Property Services Agency - Her Majesty's Stationary Office, London.*
4. *Green, I. Eral, (1975), " Housing for The Elderly - The Development and The Design Process", The Michigan State Housing Development Authority, Michigan.*
5. *Ransom, W.H., (1981), " Building Failures", E & F.N. Spon LTD, London.*
6. *Stou, T.M., (1987), " Building in Hot Climate", Mir. Pub.,Moscow.*



## ثنائيات العمران النور والطاقة - الريف والحضر - الأمن والعدوان - المعنى والصورة

د/ احمد خالد علام

### النور والطاقة (النار)

قامت مدنيتان الإنسان جميعها على النار، ومنها انبعث نور المعرفة والعمران، فقد أتى عليه حين من الدهر كان يجهل فيه النار وطرق إيقادها واستخدامها، فلما تعلم ذلك خطا بعض الخطوات في طريق التقدم والارتقاء، ثم تعلم كيف يوقد ناره وقتما شاء، وأينما كان بالقدر الذى يريده، ثم تملك زمام التقدم تدريجياً حتى بلغ المكانة التى نراها ونسمع عنها ونشاطه خيرها وشرها.

ويتضح إذن أن الإنسان عندما تملك زمام النار ملك مفتاح المدنية والتقدم، وفاز بأول نصر حاسم على قوة الطبيعة، وتحكم فيها حتى قهر الكثير من قواها الأخرى بسلاح النار.

ويُرجح أن اكتشف الإنسان للنور بدأ مع اكتشافه للنار، وأن أول مصدر ضوئى حصل عليه كان من قطعة خشب محترقة بفعل الصواعق فى شجرة احترقت بها، وربما كان نور لهب الخشب والقش المحترق المصدر الضوئى عند الإنسان لفترة طويلة، تعلم فيها أثر النار فى إنضاج الطعام وتكوين الأسرة والعشيرة.

فاجتمع أفراد الأسرة والقبيلة حول النار يأنسون بدفئها ونورها وإنضاجها لطعامهم، وهم يسمرون آمين شر الوحوش الضارية، التى كانت ومازالت تخشى الاقتراب من النار، وبالنار والنور بارك الله الناس فأطعمهم من جوع وآمنهم من خوف.

والنار مصدر النور ويستمد الإنسان النور من مصدرين يرجع أساسهما إلى مصدر واحد:

الأول: هو النور الطبيعى وهو نور الشمس والقمر والنجوم والكواكب الأخرى.

والثانى: هو النور الصناعى كنور المشاعل والمصابيح

والشموع.

ويقول الله تعالى:

{ وجعل فيها سراجا وقمرا منيراً } (الفرقان - ٦١)

{ وجعل القمر فيهن نورا والشمس سراجاً } (نوح - ١٦)

والشمس جسم يحترق بنار عظيمة يخرج منها الدفء ويشع منها نور النهار، وينعكس بعضه على سطح القمر فيسطع ليلاً فيبدد ظلمات الليل وبخاصة إذا اكتمل بدراً.

وسخر الله تعالى لنا الشمس دائبة الحركة، تصبح علينا لترسل أشعتها بما تحمله من حرارة ونور، وما تحتويه من كل ما تحتاج إليه الحياة من مسببات، ثم تمسى لتشرق فى آفاق غيرنا، ثم لا تلبث أن تعود: ليل ونهار - شروق وغروب.

والشمس نجم: نور ونار، إنها قنبلة هيدروجينية هائلة بها راديوم وهيليوم وأيدروجين...، أتون من نار تبلى درجة حرارة قرص الشمس عند السطح حوالى ٦٠٠٠ درجة، بينما تصل درجة الحرارة فى داخلها إلى حوالى ٢٠ مليون درجة (هكذا يقول العلماء)، والأيدروجين هو المادة الأساسية فى هذه النار.

ويوجد صنفان من الأشعة فى الأشعة الضوئية، كان لهما أكبر الأثر على الحياة وهما: أشعة الطيف المرئى، وأشعة الحرارة المنتشرة فى الطيف المرئى.

الصنف الأول - أشعة الطيف المرئى تربط فى أوراق النبات بين ثنائى أكسيد الكربون الموجود فى الجو وبين الماء الواصل إلى النبات من الأرض والمادة الخضراء المعروفة باسم الكلوروفيل (الخيضور)، وينتج عن ذلك الربط تخليق المواد العضوية كالسكر وغيره، وهى عملية كيميائية تؤمن وجود

والمواد الطيارة والرطوبة الموجودة به .

وجاء بعد الفحم البترول - منافس خطير للفحم ، ويرجع نجاح البترول في منافسة الفحم إلى أن الأخير مادة صلبة والبترول سائل أسهل في نقله من الفحم ، كما أن قيمته الحرارية بالنسبة للفحم حوالى مرة ونصف مرة ، هذا بالإضافة إلى أنه يمكن تحويله إلى عدد من السلع الهامة (التي تعرف بإسم الكيماويات البترولية) . والبترول سائل لزج ينساب بين الصخور الرسوبية ، أصله من مواد عضوية بحرية ونباتية ترسبت في الأرض ودفنت بين طبقاتها ، ثم فعلت فيها عوامل كثيرة ، منها الضغط والحرارة والبكتريا والنشاط الذرى والزمان المتطاوّل .

وجاء بعد البترول الكهرباء المولدة من القوى المائية التي حلت محل الفحم والبترول في كثير من الصناعات والاستهلاك ، كتسيير القطارات والاستخدامات المنزلية وإنارة الشوارع والخدمات الأخرى . ويقاس مدى تقدم الدولة على أساس معدل ما تستهلكه من وقود وقوى محركه - التي تترجم بعد ذلك إلى كيلوات . ويبلغ معدل استهلاك الفرد من الكهرباء في الولايات المتحدة نحو ١٢ ألف كيلوات في السنة ، بينما لا تصل في بعض الدول النامية إلى ألف كيلوات في السنة .

وجاء بعد الفحم والبترول والغاز والكهرباء المتولدة من مساقط المياه طاقة جديدة من ذرة اليورانيوم ، إنها تنشق وتعطى حرارة تستخدم في توليد الكهرباء في محطات القوى النووية ، وتنتشر هذه المحطات النووية في كثير من المدن الكبرى بالدول الصناعية .

والطاقة المتولدة من ذرة اليورانيوم عظيمة ، ولكن توجد طاقة أعظم ، هي الطاقة المتولدة من ذرة الأيدروجين ، ويريد العلماء أن يفعلوا بالأيدروجين ما فعلوه بذرة اليورانيوم ، ويروضوا جماحها ويهدنوا من ثورتها ، ولو وصلوا إلى ذلك لأكتجوا طاقة من الأيدروجين ، وأصبح للإنسان مصدر للطاقة لا ينفد ، لأن بهذا الكوكب بحاره ومحيطاته مقادير لا تنفد - إن الأيدروجين عنصر من عناصر الماء ...

والخلاصة ، فنلولا النار ما تقدم الإنسان ولا كانت مدنياته في العصور القديمة ولا الحديثة. وسبحان الذى قال : { الذى جعل من الشجر الأخضر ناراً فإذا أنتم منه توقدون } ( يس : ٨٠ )

النبات ، فتؤمن بالتالى وجود الحيوان ، وهذه العملية لا تتم ولا تحدث إلا بوجود أشعة الشمس التي يمتصها اليخضور ، وهى كما ذكر سابقا أشعة الطيف المرئى التي تضئ الكون وتسبب النور .

أما الصنف الثانى من الأشعة فهى الأشعة التي تعطى الحرارة ، وهى المنتشرة في أشعة الطيف المرئى (فيما دون الأشعة الحمراء) ، إنها ضرورة من ضروريات الحياة في النبات والحيوان معاً ...

إن الحياة كلها تفاعلات لا تصلح إلا بين طرفين من الحرارة، طرف قليل وطرف كثير، فبدون الطرف القليل يموت الحيوان والنبات من البرد ، وفوق الطرف الكثير يموت النبات ويحترق الحيوان ويفنى من شدة الحرارة .

وبجانب هذه الطاقة هناك مصادر قديمة صنعتها الشمس - أم الطاقات - واختزنتها من ملايين السنين ، وهى الفحم والبترول والغاز ، صنعتها الشمس من النبات والحيوان ، ثم تحولت إلى هذه الأنواع من الطاقة ، وهذا إنجاز قديم للشمس ، وهو الأساس الأول الذى قامت عليه الحضارة الحالية وعمران العالم، عمران قائم على ثنائية النور والنار .

وتعتبر مصادر الطاقة الحديثة بمثابة العمود الفقري للبناء الاقتصادي لأي دولة، حيث تستعمل هذه القوى في إدارة الآلات اللازمة لعمليات الإنتاج ، وفي تسيير وسائل النقل كالسيارات والقاطرات والبواخر والطائرات ، وفي عمليات التشييد والبناء، وفي الخدمات البلدية والمنزلية كإضاءة الشوارع والمنازل وطهو الطعام ، ويعتبر توفير الطاقة بأثمان مناسبة شرطاً أساسياً في نجاح عمليات التنمية بشتى أنواعها.

والفحم أهم مصادر الطاقة الحديثة ، وكان وما زال أهم مصادر القوى المحركة في العالم منذ بداية الثورة الصناعية (التي قامت على اكتشاف قوة البخار وتوليده من الفحم) . ويمد الفحم العالم بحوالى نصف مجموع الطاقة ، بينما يساهم البترول والغاز الطبيعي بحوالى الثلث ، ويوجد الفحم في الطبيعة على شكل صخور رسوبية أصلها بقايا نباتات طبيعية نمت تحت ظروف مناخية معينة ، وتختلف أنواع الفحم ودرجة صلابته باختلاف كمية الحرارة والضغط الذى تعرضت له تكويناته ، كما تتوقف قوته الحرارية على نسبة الكربون



ثم ظهرت القرى الصغيرة وظهرت كذلك أولى الحيوانات المنزلية ، تلك الحيوانات الحارسة والمدللة لدى أهل البيت ، كالخنزير والدجاج والبط والأوز والكلب ، وهو أقدم حيوان اتخذته الإنسان رفيقاً له .

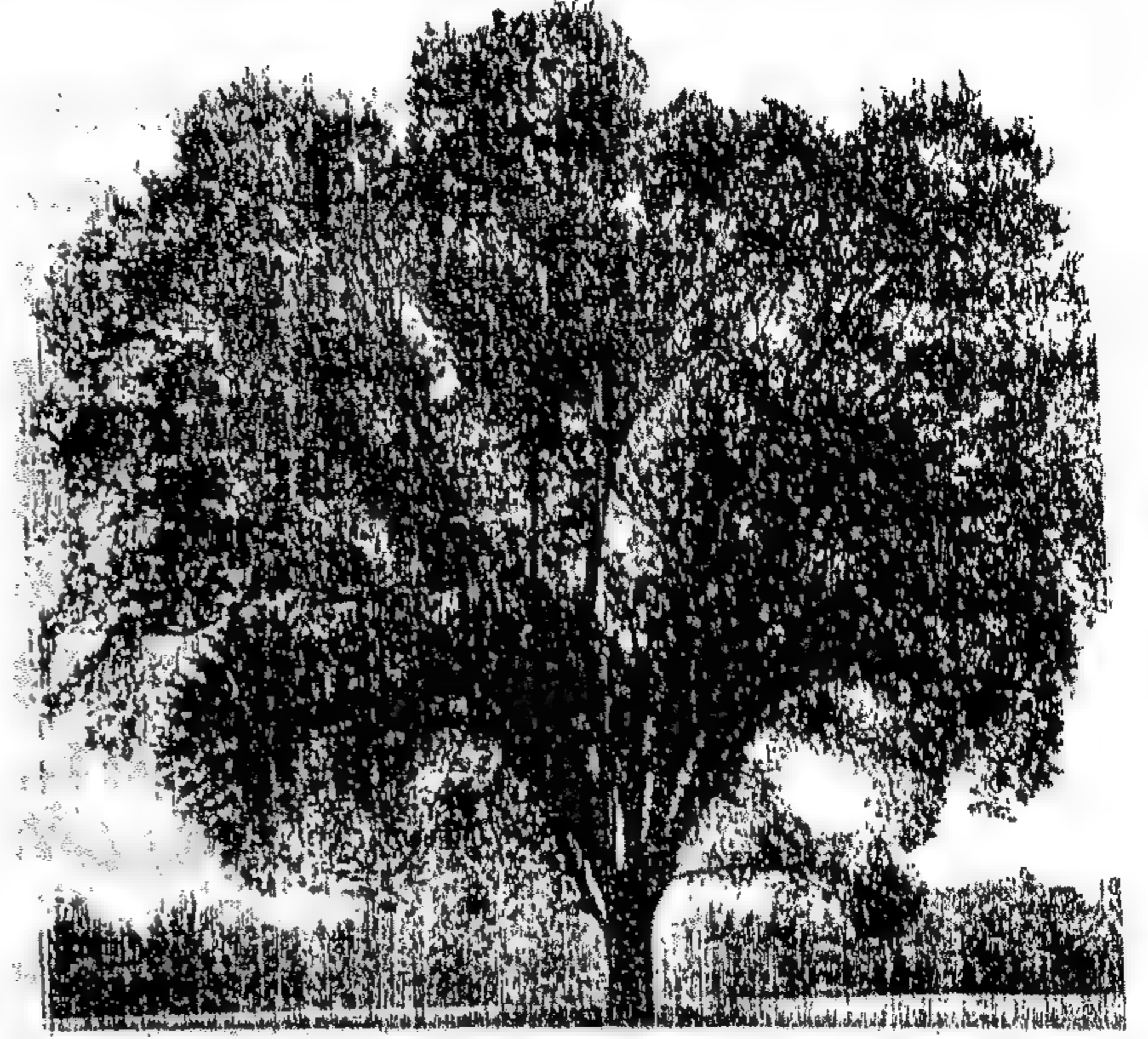
ثم تبع ذلك مرحلة استقرار واستئناس صاحب ذلك ، الانتظام وجمع وزراعة البذور المنتقاة من أنواع معينة من النباتات ، واستخدام الحيوانات التي تنتظم فى قطعان كالثيران والأغنام والحمير والإبل .

والقرى مهما كانت أغراضها لم تكن سوى مأوى مشترك للعناية بالأطفال وتغذيتهم ، وفيها أطالت المرأة مرحلة العناية بالأطفال واللهو الخالى من المسئولية ، وكانت الحياة المستقرة تمتاز على مختلف أشكال الحياة فى جماعات صغيرة متنقلة متفككة الروابط ، بأنها كانت تهيئ أقصى الوسائل الملائمة للتكاثر والتغذية والحماية .

وتكونت القرية فى أحواض الأنهار كنهر النيل ونهرى دجلة والفرات وسط الحقول والبساتين ، وكونت نوعاً من مراكز الاستقرار بوصفها مجتمعاً مستديماً يتكون من مجموعات من الأسر والجيران والطيور والحيوانات ومن البيوت وحفر التخزين ومخازن الغلال، وكان مدار الحياة اليومية الأكل والاتصالات الجنسية .

وصاحب ظهور القرية تطور جديد فى أساليب الصناعة ، كالآلات التى كان الأهالى يستخدمونها فى الصيد وقطع الأحجار والرمح والقوس والمطرقة والفأس والسكين .

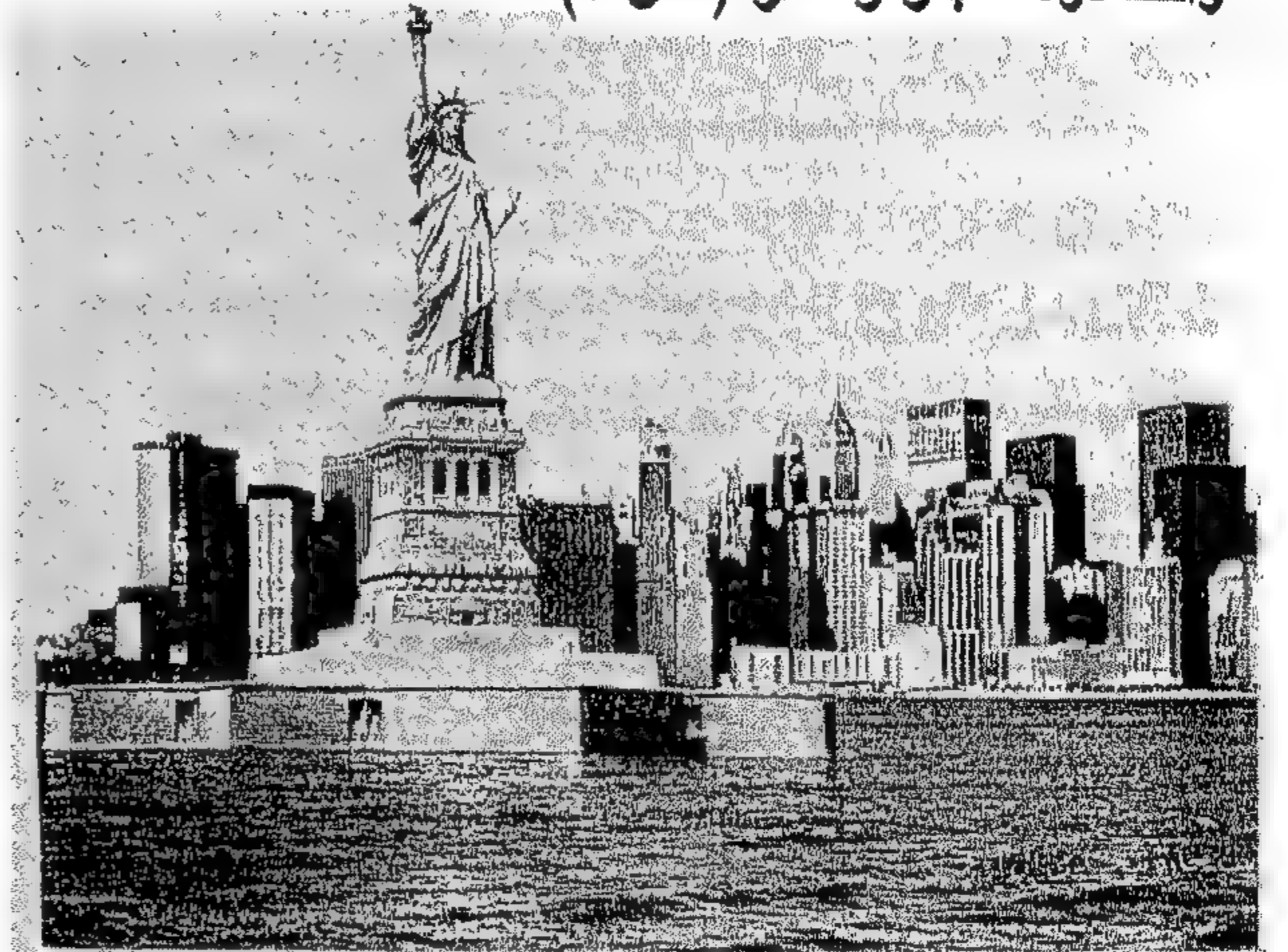
وبمرور الزمن ظهرت المدينة على سطح الوجود ، وعندما يزغ فجر التاريخ - حوالى ٣٠٠٠ ق م - كان نمو المدينة قد اكتمل بأحجام صغيرة ، فإلى جانب الصيد والراعى والفلاح دخلت المدينة نماذج جديدة كقطاع الحجر والخشب وملاح القارب والسفينة والجندى والمصرفى والمهندس والتاجر ورجل الدين ، ومن كل هذه العناصر المعقدة ، خلقت المدينة وحدة أرقى وأرفع من وحدة القرية ، وقد حقق هذا الخليط الحضري الجديد زيادة هائلة فى قدرات الإنسان فى مختلف المجالات ، ذلك أن المدينة أنتجت فيضاً من المخترعات والابتكارات ، كما شجعت على الإنتاج الزراعى .



شكل ١ - الذى جعل من الشجر الأخضر نارا فإذا أنتم منه توقدون

## الريف والحضر

المجتمعات العمرانية صنفان - زوجان - ريف وحضر - مدن وقرى ، وقبل هذا كانت هناك ثنائية أخرى هى البداوة والحضارة - بدو وحضر (شكل ٢) .



شكل ٢ - مدينة نيويورك

فى البداية ، ومنذ فجر التاريخ وقبل وجود المدينة ، وجد الكفر والهيكل والقرية ، وقبل القرية كانت الخيمة والكهف والمغارة ، وقبل كل ذلك كان الميل إلى الحياة الاجتماعية ، كان الصيد وجمع الطعام ، وإلى أن تعلم الإنسان كيف يستخدم الدخان والملح فى حفظ اللحوم ، لم يكن هناك مندوحة من أن يوفر قوته يوماً بيوم ، وأن يلتزم جانب الحياة فى جماعات صغيرة مستقلة متنقلة ، لا تعوقها أمتعة ثقيلة ولا يقيدوها مسكن ثابت - حياة بدو .



والتي فيها الرقى والتثقيف ، والتي تكون مقراً للولاة والحكام، أما القرية فلا تصل إلى المستوى الراقى الذى تتجه إليه أذهاننا، وما زال وصفاً قروى أو ريفى يدل على بعض الخشونة وبعض التأخر بالنسبة لوصف (مدنى) المنسوب إلى المدينة .

ثنائية المدن والقرى - والحضر والريف - والبداوة والحضارة قام عليها العمران منذ قديم الأزل .

### الأمن والعدوان

صاحب نشأة المدينة نوعان من التكافل متناقضان ، أحدهما إيجابى والآخر سلبى ، الإيجابى يتمثل فى الأمن والأمان وفى تعاون السكان فى الفيضانات وإصلاح أضرار العواصف الجوية والكوارث الطبيعية وتخزين المياه وإعادة تنسيق وتنظيم صلحة الأرض وإنشاء شبكة من القنوات المائية وملء المستودعات الحضرية بما توافر من الطاقات البشرية لاستخدامها فى مشروعات اجتماعية أخرى ، والنوع الآخر سلبى هو الحرب والعدوان والاستغلال والاستعباد والاسترقاق ، وفى أماكن كثيرة الدأب على الاتجاه نحو الموت .

ومنذ فجر التاريخ كان التنافس والنزاع والعنف والقتل العمد موجوداً فى كل مجتمع ، ولكن بدرجات متفاوتة ، والحرب كالعلم حدث تاريخى مرتبط بالحضارة ، وكان التطور التاريخى لنظام الحكم مصحوباً بتحول جماعى إلى عبادة القوة والحرب النظامية ، وباتساع القوة ازدادت القدرة على القتل ، وأصبح استعراض القوة المسلحة أهم صفات نظام الحكم الملكى، وبهذا أصبحت المدينة مركزاً للقوة الغشوم ووعاءً للعنف المنظم .

وكان حرس القلعة أول جيش وأول قوة شرطة ، وتمادى حكام القلعة فيما بعد فيما كانوا يمارسونه من تطفل ، وقد ازدادوا تطرفاً باطراد فى طلب الثروة والقوة المادية ، وبدلاً من إخضاع مطالبهم لمقتضيات حقيقة الواقع وإشراك رفاقهم المواطنين فى المزيد من الخيرات التى كانوا يحتكرونها ، ضاعفوا من مطالبهم إلى حد جاوز ما كان يمكن تحقيقه محلياً .

وشجعت الحرب على نشر كثير من التنظيمات ، وبث الروح

واستغرقت مراحل تكوين المدينة آلاف السنين ، فإن زراعة الحبوب والمحراث وعجلة صانع الفخار والسفينة الشراعية والنساج اليدوى وتعدين النحاس والرياضات البحتة والمشاهدات الفلكية الدقيقة وتقويم السنة والكتابة وغيرها من وسائل التعبير التى يمكن فهمها وتدوينها إلى الأبد ، كل ذلك ظهر فى الوقت نفسه أى منذ حوالى ٣٠٠٠ سنة ق . م .

وسارت الحضارات منذ ذلك التاريخ على أساس ثنائية القرية والمدينة ، تقوم القرية بالزراعة لسد حاجة سكانها من الغذاء والكساء ، وما زاد عن حاجتها تستبدله بسلع من المدينة ، كان هناك توازن بين القرية والمدينة .

وبجانب هذه الثنائية كان هناك ثنائية الحضر والبدو - الحاضر والبادى - الحضارة والبداوة . وكانت تطلق كلمة الحاضر على المقيم فى المدن والقرى ، تطلق على المساكن والأبنية والضياع الموجودة فى المستقرات (المدن والقرى) ، ومعنى البادى المقيم بالبادية ، فيقال فلان من البادية أو من أهل البادية أو من أهل الحاضرة .

والحاضرة هى المدن والقرى ، والريف فى معناه اللغوى ما قارب الماء من أرض العرب وغيرها ، وحيث يكون الحضر والمياه ، وحيث الزرع والخصب ، وفى المثل يقول كنا أهل ضرع ولم نكن أهل ريف ، ويقول الشاعر :

فمن تكن الحضارة أعجبته فأى رجال بادية تراثنا

ويقول الشاعر أحمد شوقى :

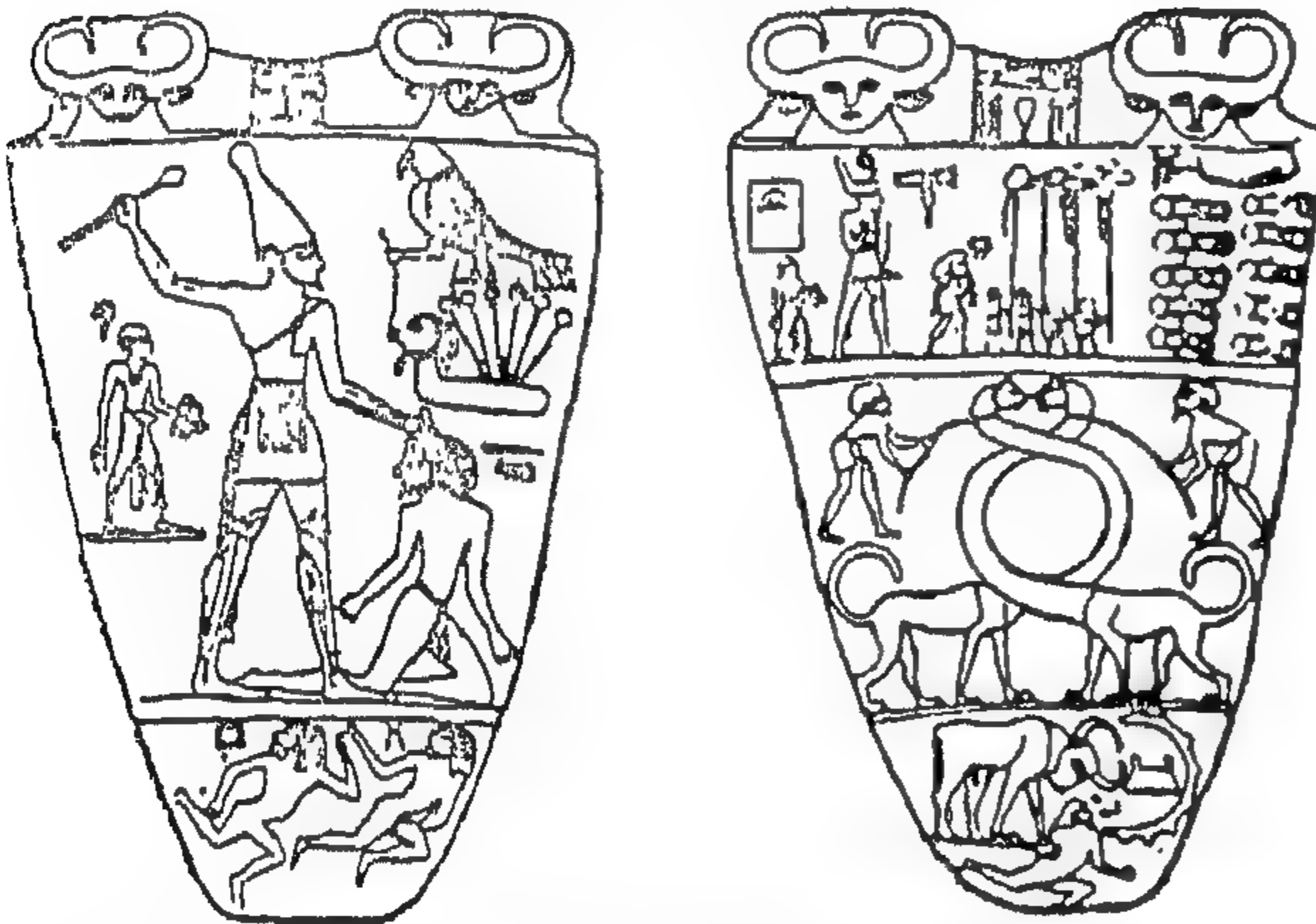
حسن الحضارة مجلوب بتطرية وفى البداوة حسن غير مجلوب والحضر فيه استقرار وفيه عمران ، ويصحب الاستقرار وكثرة العمران وضع النظم والاحتكاك والتجربة الطويلة التى تولد الثقافات ورقيات فى الأكل والشرب وفى الملبس والسكن، وفى العلم والتعليم ، وفى الرقة وعدم الخشونة ، ولهذا كان لفظ الحضارة دالاً على التقدم ، وهذا هو المعروف فى اللغة العربية .

أما المدنية فإنها اصطلاح يؤدى ما كان يؤدى إليه لفظ الحضارة ، إذ أن لفظ الحضارة يؤدى أكثر مما يؤديه مصطلح المدنية الآن ، فالعهود الحديثة - كما سبق تناوله - فرق بين المدينة والقرية ، فالمدينة البلد الكبير فى حجمه وعدد سكانه،



وعند ما يتزايد سكان المدينة كان يتعين عليها الالتجاء إلى توسيع نطاق المساحة اللازمة لإنتاج القوات الضروري - إما عن طريق توسيع مدى وسائل التموين والاعتماد على مجتمع آخر عن طريق التعاون والمقايضة والتجارة ، أو عن طريق فرض الجزية قسرا أو نزع الملكية أو الإبادة ، فكان على المدينة أن تقرر إما أن تلجأ إلى السلب والنهب ، أو التكافل - إما إلى الغزو أو التعاون ...! إن أسطورة القوة لا تعرف إلا جوابا واحدا ..!

وكان شأن ملوك مصر شأن أنداهم في بلاد ما بين النهرين في تسجيل مفاخرهم على ما خلفوه من معالم ولوحات بما حققوه شخصيا وبأيديهم من أعمال بارزة في التمثيل بكبار أسراهم وتعذيبهم وقتلهم شكل (٣) ، وهكذا كانوا يحققون بأيديهم ما كان حكام أشد منهم مرضا بجنون العظمة ( مثل هتلر ) يحققونه بأيدي عملائهم وتحت هذه الزعامة .



شكل ٣ - يوضح أحد وجهي اللوحة الملك نارمر وهو يغزو الدلتا وعلى رأسه تاج الجنوب ويؤذي خصمه ، والوجه الثاني يحتفل بانتصاره.

وأحيانا كان يعتمد بعض الحكام القدامى إلى موازنة مفاخرهم العديدة بالغزو والإبادة بالإشادة إلى جهودهم في سبيل العلم والعدالة . فعلى سبيل المثال كان حامورابي يعلن في فخر ( لقد قضيت على الحرب وزدت من رخاء البلاد وجعلت الشعوب تنعم بالراحة ... وحرصت على ألا أترك لأحد سبيلا لأذهابها ... ) ، ولكن ما كادت تخرج هذه الكلمات من فمه حتى بدأت من جديد دورة من دورات التوسع والاستغلال والتدمير ، وطبقا للقواعد المفضلة التي كان الآلهة والملوك يتتغونها ، ولم يكن في وسع أي مدينة أن تحقق اتساعها إلا بتدمير مدينة أخرى والقضاء عليها ، وهكذا أصبحت المدينة

العسكرية ، كما أفضت إلى تركيز الزعامة الاجتماعية والقوة السياسية في أيدي أقلية مدججة بالسلاح ، يحرضها كهنة يمارسون سلطات مقدسة ، ولديهم معلومات علمية سحرية .

وبتركيز الاهتمام على الحروب بوصفها أسمى رياضة للملوك كان يزداد باطراد مقدار ما يؤخذ من الموارد المادية الجديدة التي تجنيها المدينة ويوجه إلى صنع أسلحة جديدة ، وأصبحت كل مدينة مركزا للقوة الغشوم ، ولا تهالي بتلك الوسائل الإنسانية مثل وسائل التوفيق وتبادل التفاهم التي عملت المدينة على تشجيعها حين كانت في ظروف أخرى .

وهكذا نرى أن شكل المدينة وتكوينها وحياة منظماتها قد تأثر إلى حد كبير منذ بداية التجمع الحضري بأغراض الحرب التي لم تقم على أساس من العقل ، ونشأ نظام دقيق من التحصينات بالأسوار والمتاريس والأبراج والقنوات والخنادق ، وهو ما ظلت تتميز به المدينة التاريخية الكبرى حتى القرن الثامن عشر ، فيما خلا حالات خاصة معينة مثل ما حدث خلال عهد السلام أثناء الإمبراطورية الرومانية .

وكانت المدينة المحاطة بالأسوار إلى حد ما مظهرا للقلق والعدوان المتزايد ، فإتها حلت مكان صورة الهدوء والسلام الموجود في الريف ، فالقرية وعاداتها وتقاليدها أكثر حبا للسلام ، وميلا للتعاون والتكافل .

ولاشك أن الحرب كانت سببا لوجود المدينة ، وهذا أمر مسلم به . وثروة المدينة وقوتها جعلتها هدفا طبيعيا ، ذلك أن وجود مدينة منتعشة تعيش في رفاهية جعل للعدوان الجماعي هدفا مرئيا . حيث يتجمع في المدينة أكوام الذهب والفضة والمجوهرات المقدسة في القصور والمعابد ، ومخازن الغلال العامرة والسلع ، هذا بالإضافة إلى النساء .

وعندما أصبحت الحرب نظاما راسخا معروفا كان من الطبيعي أن تنتشر إلى ما وراء مراكزها الحضرية الأصلية، ذلك أن الشعوب البدائية التي كانت فيما مضى لها ميول سلمية غير عدوانية ، أخذت تقلد الوسائل الفنية الحديثة، وتزداد جرأتها في استخدام الأسلحة الحديثة ، ولاسيما حينما بدأت الحملات الحضرية ترتكب من أعمال العدوان والسرقة والاسترقاق ، مما دفع الجماعات البدائية إلى الانتقام ، وهكذا نرى أنه في كنف المدينة أصبح العدوان ووسائل العنف أمرا مألوفا.

وفى وسط هذا الشر يسعى المؤمنون بالسلام والخير لى يوقفوا طوفان الشر ، وهؤلاء هم أقطاب السلام ، ورسول محبة وولام ، وهذا خير نشأ مع نشأة الإنسان على الأرض .

فالمدينة كما قال الفلاسفة فى الماضى جنة الله فى أرضه يعيش فيها الإنسان آمناً مطمئناً - فيها سحر وجاذبية وجمال تجذب الناس ، وفيها الاستقرار والأمان ، فالإنسان يميل بفطرته إلى الحياة الاجتماعية فيستقر فى تجمع عمرانى حيث الأمن والطمأنينة .

والحرب والسلام بينهما فرق شعره ، هى الموت والحياة لآلاف البشر ، دعوة الحرب واجبه وجائزة ولكن من بعد حساب ، قد تصبح الحرب ضرورة لا مفر منها ، ولكن لا تتسع لها البطولات الكاذبة التى لا يكون فيها عامل حاسم ، إلا العاطفة الرخيصة الهشه .

تدمير الحرب فى الوقت الحاضر نوعان ، ظاهر وباطن ، الظاهر هو هدم العمران والخراب والتدمير ، وغير الظاهر فيوجد فى التخلف فى كل مرفق من مرافق الحياة ، فى التعليم والصحة والصناعة والزراعة . فى الحرب العالمية الثانية كان الخراب شاملاً والدمار كاملاً ، وظهرت آخر وسيلة للدمار عندما فجرت أمريكا قنبلتها الذرية فى اليابان ، ولو وقعت كارثة أخرى ستفنى قارات بأكملها ، وقد تجعل كوكب الأرض غير صالح للحياة .

### المبنى والمعنى - الصورة والمعنى

يقول الله تعالى فى سورة الملك :

{ تبارك الذى بيده الملك الذى خلق الموت والحياة ... } (الملك ٢٠) ، والموت اسم معنى له صورة فى الخارج تدل عليه ، وهى السكون وعدم الحركة ، والحياة اسم معنى لها صورة فى الخارج تدل عليها ، وهى الحركة والنمو والتكاثر والتطور .

والأنشطة التى يباشرها الإنسان فى هذه الحياة تتعدد صورها فلكل نشاط صورته أو أكثر تدل عليه :

- فالعبادة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه مثل المسجد أو الكنيسة .

- والتعليم نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه

من بداية أمرها وعاء لقوة داخلية مدمرة موجهة نحو التخريب والإبادة بلا انقطاع .

ويقول أفلاطون الفيلسوف الإغريقى - ما من شىء يبعث على رقى البشر أكثر من الحرب والاستعمار ، ويقول مفلور المؤرخ الأمريكى - لقد فشل الإغريق فى تحويل رجال الأعمال الأجانب إلى مواطنين ، ولكن حولوا المواطنين الإغريق فى النهاية إلى ما هو أسوأ من رجال الأعمال الأجانب ( كان رجال الأعمال والتجار الأجانب لا يتمتعون بصفة المواطن الإغريقى). وكما يقول مفلور، كانت أثينا ديموقراطية وتعمل حثيثاً على نشر الديموقراطية وتشجع على الحكم الديموقراطى ، إلا أنها اختارت لنفسها أن تقوم بدور الملك والحاكم بين المدن الأقل منها شأنًا ، وهكذا فإن قاذورات ومساوئ الحضارة الباكورة من حرب واستغلال واسترقاق وإبادة شاملة ارتدت على أثينا .

أما روما وأحلام روما وعدالة روما وسلام روما فكلها قامت على استغلال وقمع وحشيين ، حيث كانت فتوحات روما عبارة عن سلب ونهب ، وكان نجاح روما فى فتوحات السلب والنهب هو الذى أوجد حياة التطفل وغذاها ، والتى أوجدت مهرجانات الإبادة .

وخلال الخمس أو الست آلاف سنة الماضية كانت توجد أجناس عدة تفوق غيرها وداعة وتعاوناً ولين جانب وحبا للسلام ، على حين بقيت فى مراكز المدينة وازدهرت أنواع أكثر ميلاً للعدوان والتقاتل ، وأصبحت المدينة جيشاً قائماً وضع على قدم الاستعداد ليلبى النداء كلما اقتضت الحاجة ذلك .

وبالنسبة للحضارة الحالية ، حضارة الثورة الصناعية ، لا يوجد دليل على استقرار الأمور ، فلقد كابدت هذه الحضارة خلال فترة قصيرة حربين عالميتين ، وبعثت من جديد أشد ضروب الوحشية والقهر والتعذيب والإبادة الشاملة .

ويتضح من هذا أن الحرب التى تعرض لها سكان هذا الكوكب ما خلى منها عهد من العهود ، والذى صنع هذه الحروب هو الإنسان نفسه . ولفترة قصيرة قبل انهيار النظام الشيوعى كانت هناك معسكرات وأحلاف تقف وجهاً لوجه ، وعلى رأسها أقطاب شر يهددون بحرب صواريخهم وأسلحتهم، ولو وقعت الكارثة لكان تدمير الإنسان ولأصبح كوكب الأرض بأسره غير صالح للحياة.



## مثل المدرسة أو الجامعة ..

- والطب نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه  
مثل المستشفى أو العيادة ..

- والسكن نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه  
مثل البيت أو العمارة ..

- والترفيه نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه  
مثل السينما أو الحديقة ..

- والنقل نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه  
مثل الطريق أو السيارة ..

- والزراعة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل  
عليه مثل الحقل أو المزرعة ..

- والصناعة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل  
عليه مثل المصنع أو الورشة ..

- والتجارة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل عليه  
مثل المتجر أو السوق ..

- والرياضة نشاط (إسم معنى) وله صورة فى الخارج تدل  
عليه مثل الملعب أو النادى ..

ولكل نشاط من هذه الأنشطة خبراء يقومون بالتخطيط له ،  
فهناك خبراء فى التعليم والطب والإسكان والترفيه والزراعة  
والصناعة والتجارة والرياضة ، وكلها أنشطة اجتماعية

## واقتصادية .

أما صور هذه الأنشطة : المسجد والكنيسة والمدرسة  
والجامعة والمستشفى والمصنع والسوق والملعب ... فلها  
خبراء متخصصون يصممون هذه المباني (هذه الصور)  
ويخططون مواقعها حتى تؤدي وظائفها على الوجه الأكمل ،  
بمعنى آخر نخطط استعمالات الأرض للاستعمالات السكنية  
والتجارية والصناعية والترفيهية والخدمات ، فتخطط مواقع  
المصانع غير المضرة بالصحة أو المقلقة للراحة بجوار سكن  
العمال ، والمدرسة الابتدائية بجوار سكن التلاميذ ، ويقوم بهذا  
العمل خبراء فى مجال التخطيط العمرانى .

ويتضح من هذا أن تخطيط المدينة معنى وصورة - مادي  
ومعنوي :

- تخطيط معنوي وهو تخطيط الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية .  
- تخطيط مادي (تخطيط الصورة) وهو تخطيط صورة هذه  
الأنشطة - أى تخطيط استعمالات الأرض لهذه الأنشطة .

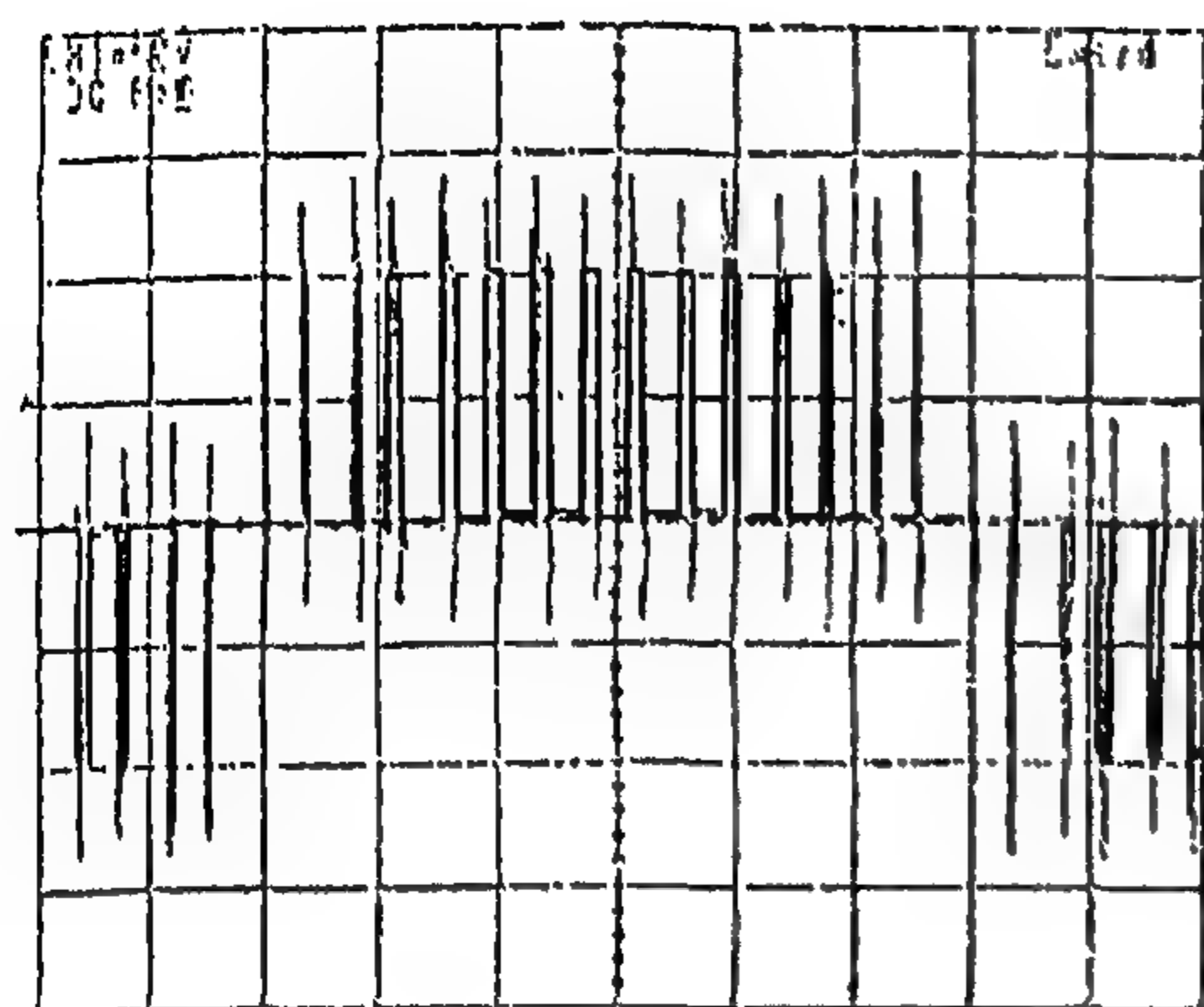
فكما أن العمران معنى ومبنى ...

فإن الإنسان أيضا روح وجسد .

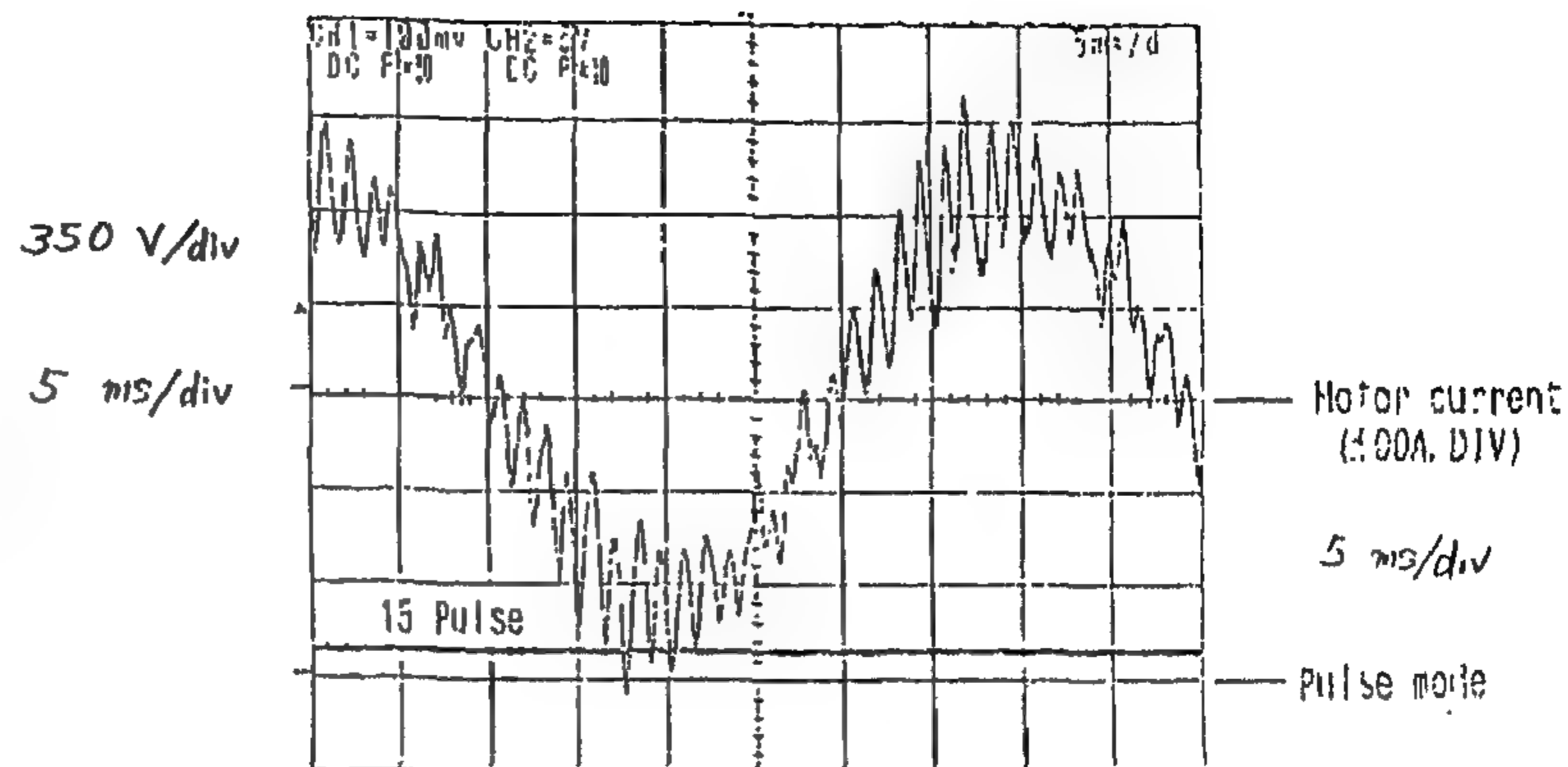
ويقول الله تعالى : { ويسألونك عن الروح قل الروح من أمر

(الإسراء ٥٠)

ربى }

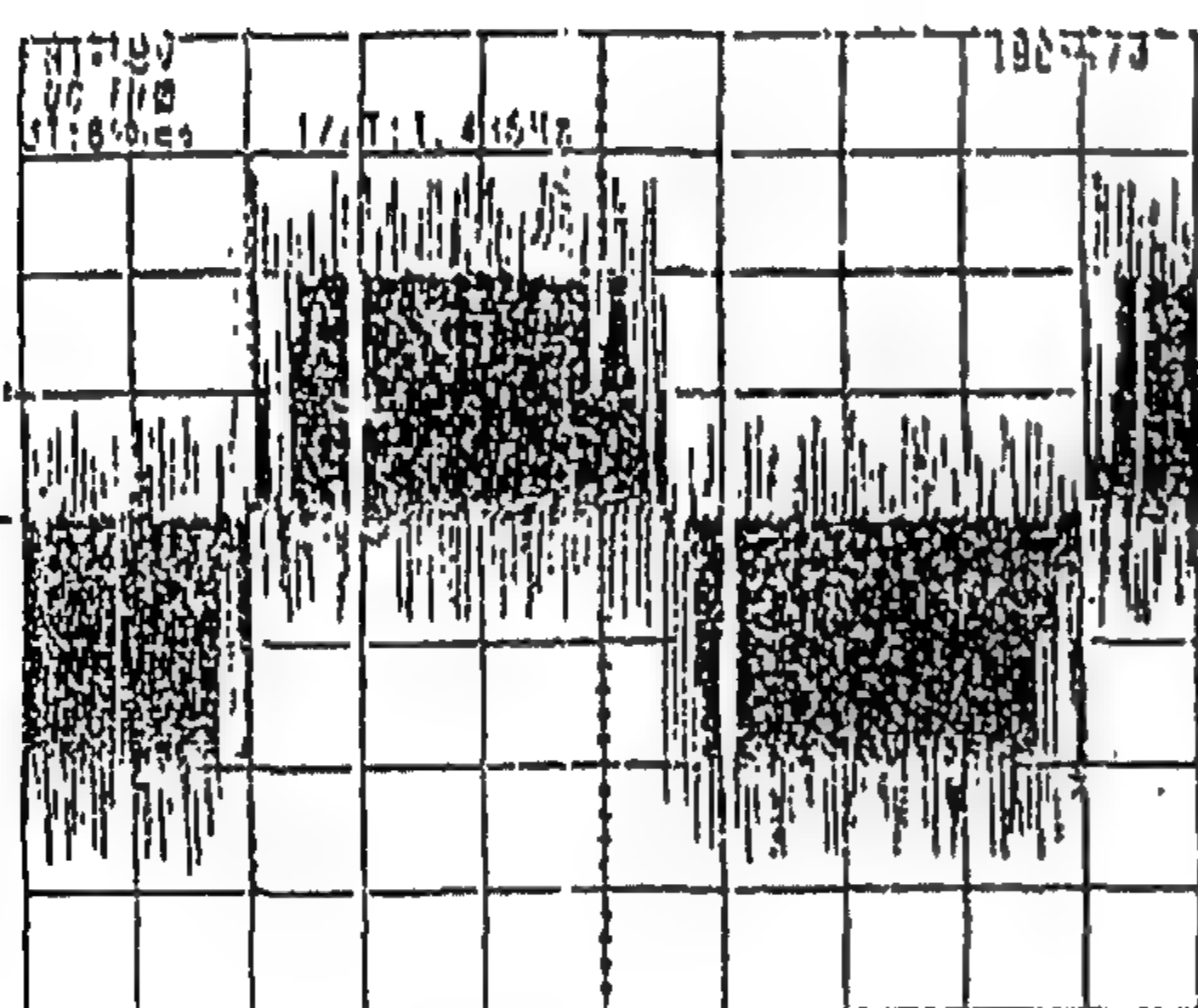


8-a Voltage waveform

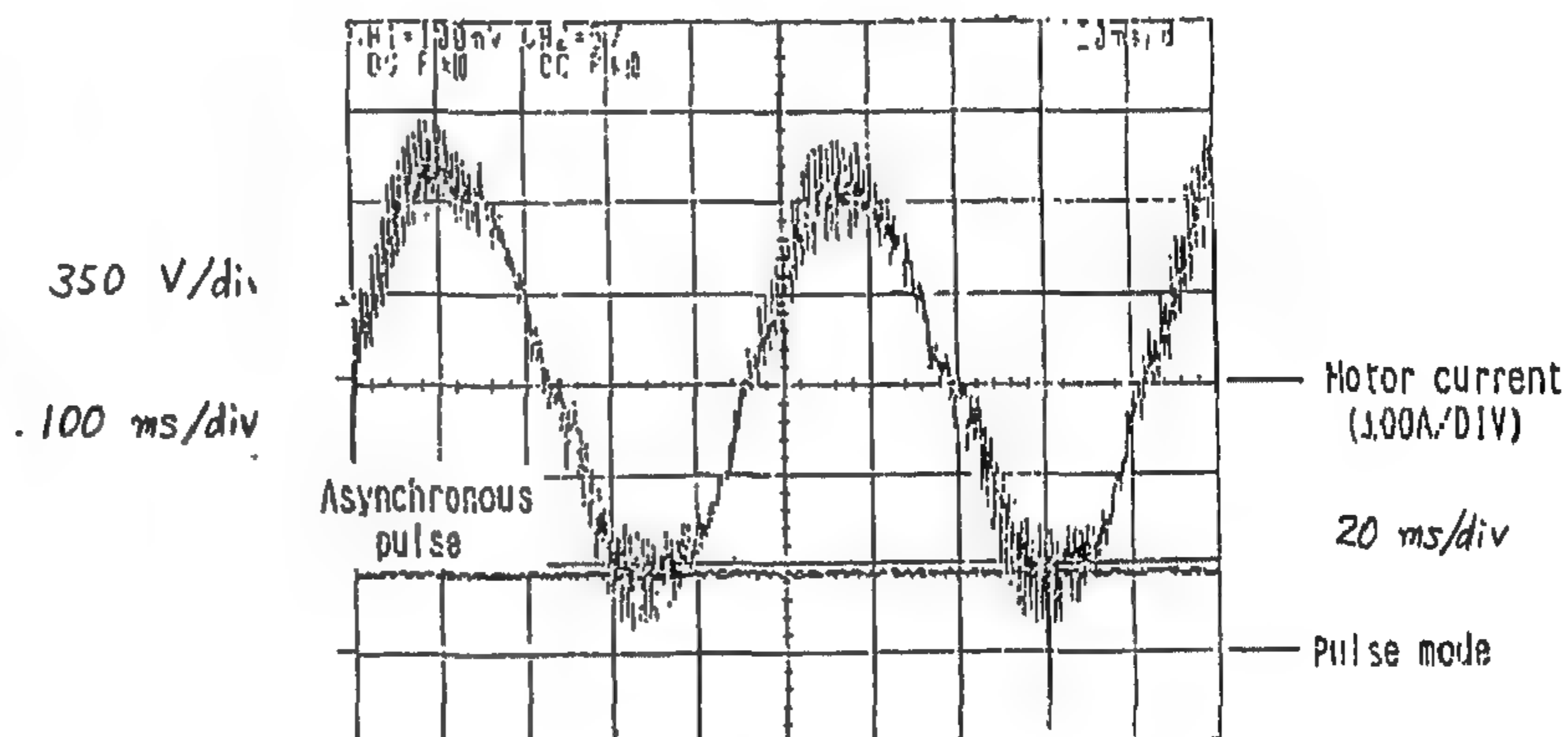


8-b Current waveform

Fig. 8- The voltage and current waveforms under the "15 Pulse Modulation Mode" [ Train speed (approx.): 7 ~ 19 km/h ]



9-a Voltage waveform



9-b Current waveform

Fig. 9- The voltage and current waveforms under the "Asynchronous Pulsation Mode" [ Train speed (approx.): 0 ~ 7 km/h ]

## 8. REFERENCES

1. Schutze T. Stranisch V, Lower Floor Trams with IGBT 3-Level Inverter, 5th European Conference on Power Electronics and Applications, Briston (1993) Vol. 5, Page 92-96
2. T. Tadres, S. Salama - AEG Berlin; Th. Schultz - AEG Berlin, Three Level IGBT Inverter for Industrial Drives and Traction Applications, EPE Journal Volume 2 - June 1994, Pages 38-42
3. T. Tohama, T. Kikuchi, K. Ishii, 3 - Level IGBT Inverter Propulsion Control System, Japanese Railway Engineering No. 130, July 1995, Pages 10-13.



## 6. EXPERIMENTAL RESULTS

The system under study has the following characteristics:

- Rated voltage (d. c. link ) 750 Vdc (900 V - 500 V)
- Train composition (8 Car) 6M2T  
(M - Motor Car; T - Trailer Car)
- Maximum speed 80 kph
- Acceleration  $0.9 \text{ m/sec}^2$
- Deceleration  $1.1 \text{ m/sec}^2$
- Traction motor 115 kw, 550V, 156A, 2065 rpm, 1.7% slip, squirrel cage induction motor
- Rating of IGBT 900 V , 500 A

Figure (7) shows the oscillogram of the performance test in powering during the operation. Figures (8 and 9) show the output voltages and currents wave-forms of the digital inverter according to speed frequency.

## 7. CONCLUSION

In this paper a 3-level IGBT is discussed and explained. The advantages of compact power circuit, simple pulse pattern generation, and efficient protection for traction system are introduced. The digital control using this IGBT inverter used in a recent metro system is discussed. The application technology on this system will be a key in the future and will assist in developing more reliable, durable and comfortable mass-transit systems.

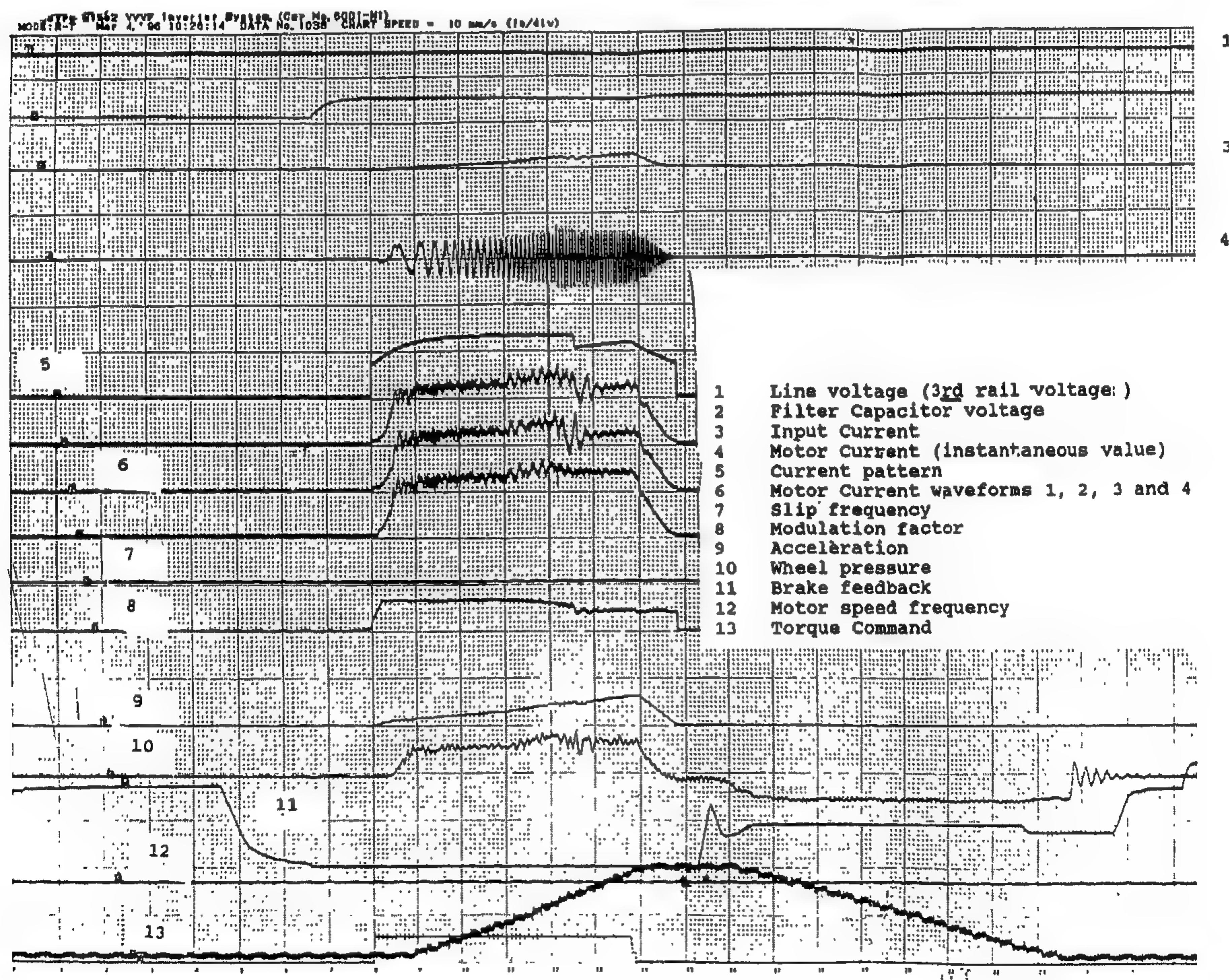


Fig. 7 - Characteristic performance of traction system.

voltage and flux is as follows:

$$T = k_1 \phi I \quad (1)$$

where

$$\phi = K_2 (V/f) \quad (2)$$

$$I = k_3 \phi \cdot f_s \quad (3)$$

Therefore, by substituting from equation (2) and (3) in (1), then :

$$T = k_4 \cdot \frac{(V)^2}{(f)} \cdot f_s \quad (4)$$

The traction requirement is as follows:

a- Constant torque (starting torque) i.e.,

$$= \frac{(V)}{(f)}, f_s$$

b- Constant power

$$\frac{V^2}{f}, f_s \text{ constant}$$

c- Ordinary operation

$$\begin{aligned} & -\alpha \frac{1}{f} \\ & = \frac{V^2}{f}, f_s \text{ constant} \\ & -\alpha \frac{1}{f^2} \\ & V^2 \cdot f_s \text{ constant} \end{aligned}$$

All these requirements can be obtained by using a digital inverter which is controlled from a micro computer located in the car.

The advantages of using this micro computer, enable the use from the control process with high degree of continuity and efficiency.

A constant sample frequency (vector frequency): Each sample is then approximated by a sequence of three switching state vectors that are defined by the corner of the sub-triangle in which V. is located.

The sequence of three adjacent switching state, comprising the sub-triangle in which V is located, is used to minimize the harmonic distortion of load current.

The high IGBT switching frequency allows the use of redundant switching states for the purpose of controlling the dc-link middle point potential.

Figure (6) shows the flow chart of traction

requirements. The main program of the control system condition are all parameters which are related to traffic and traction processes. According to the choice of one specific operation, the program should give a command to the car computer to calculate the required traction requirements such as voltage, current amplitude and duration etc.

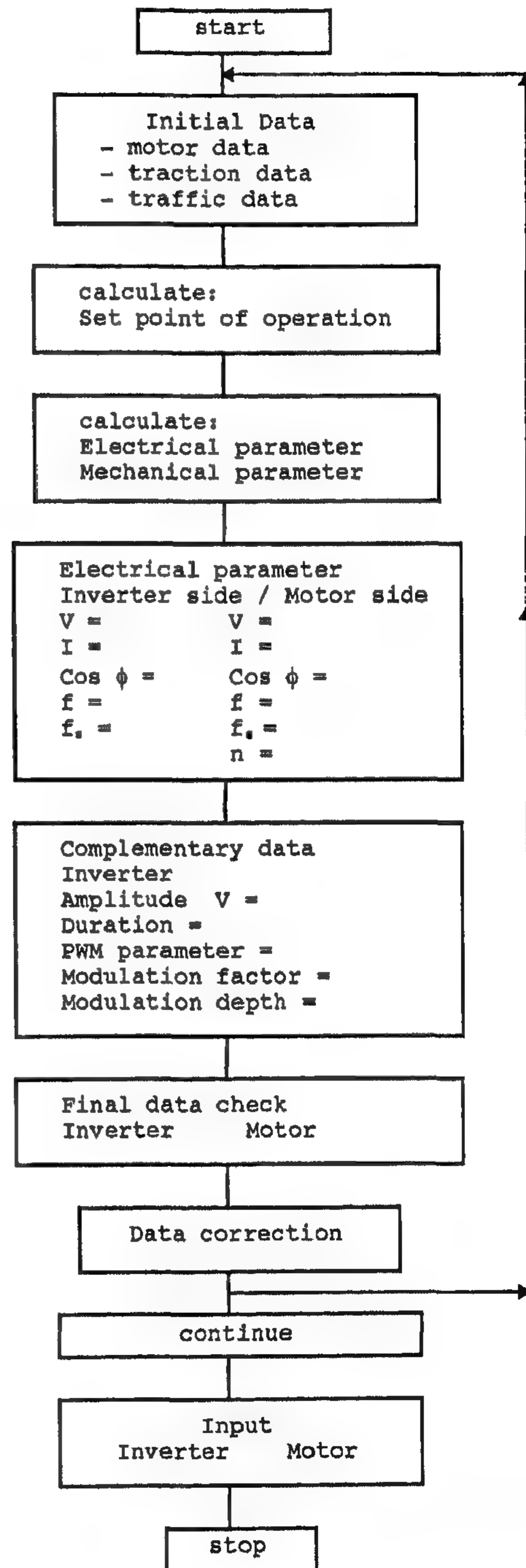
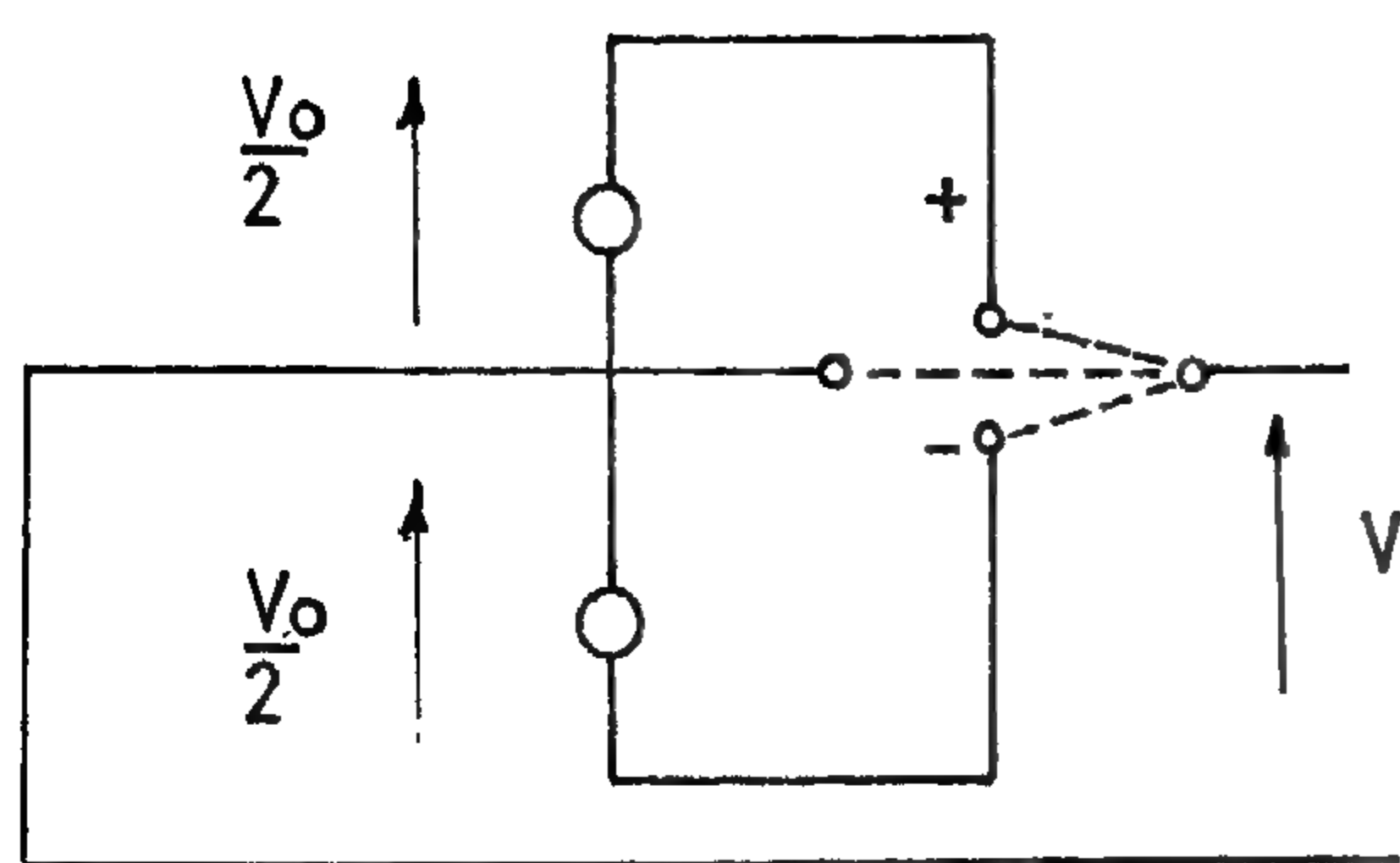
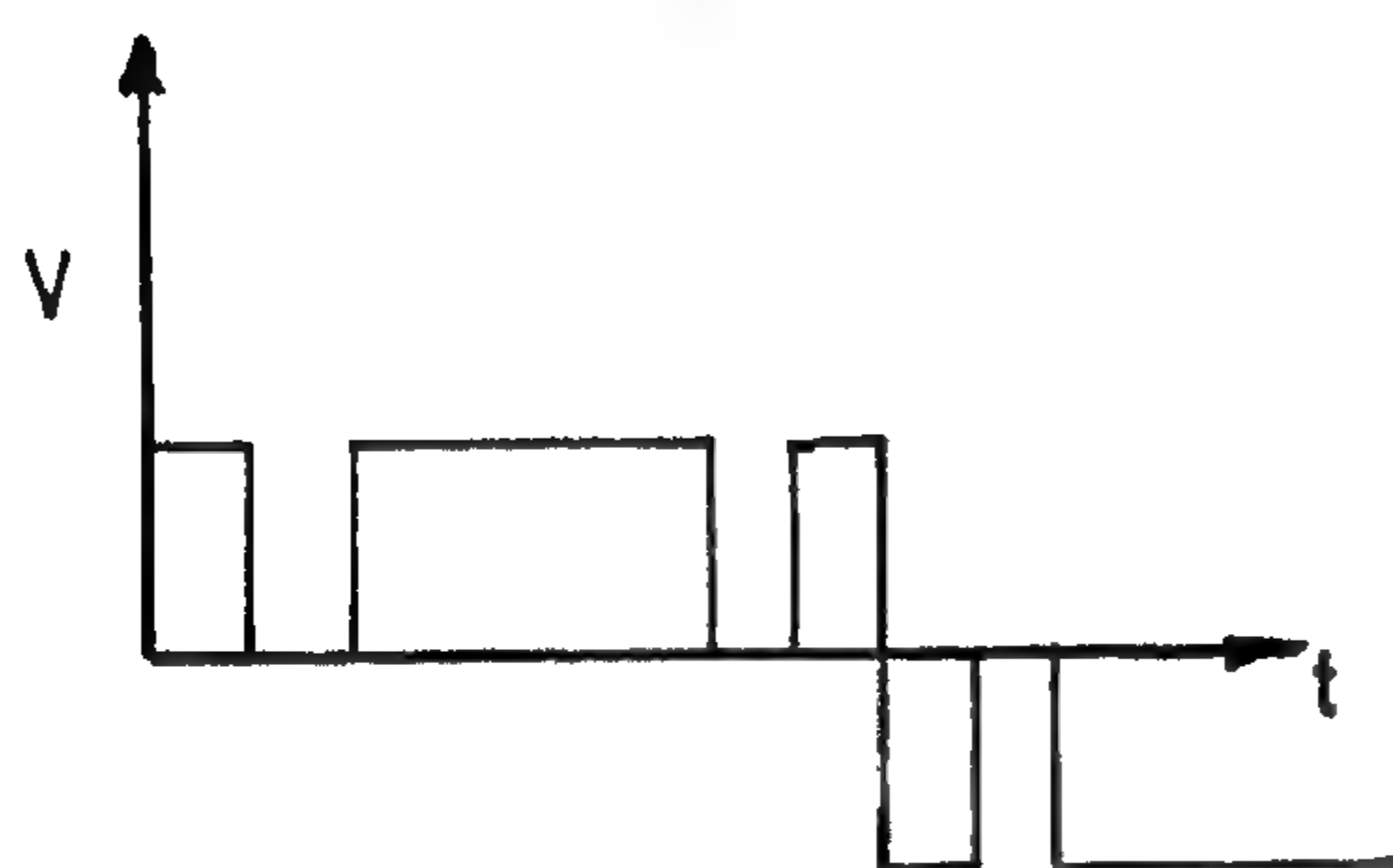


Fig. 6- Flow chart of the traction requirements (inverter outputs)





(a)  
3-level inverter



(b)  
output voltage wave-form

Fig. 1- Inverter construction

Figure (2) shows the circuit diagram of a 3-level inverter with IGBT device. Each leg consists of 4 IGBTs ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , and  $T_4$ ) with 4 anti-parallel diodes ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , and  $D_4$ ), and two clamping diodes ( $D_{V1}$ , and  $D_{V2}$ ). The output voltage  $V$  can be switched to the positive dc voltage. So according to the sequence of clamping diodes On and IGBT anti-parallel diodes OFF, the sine wave can be obtained.

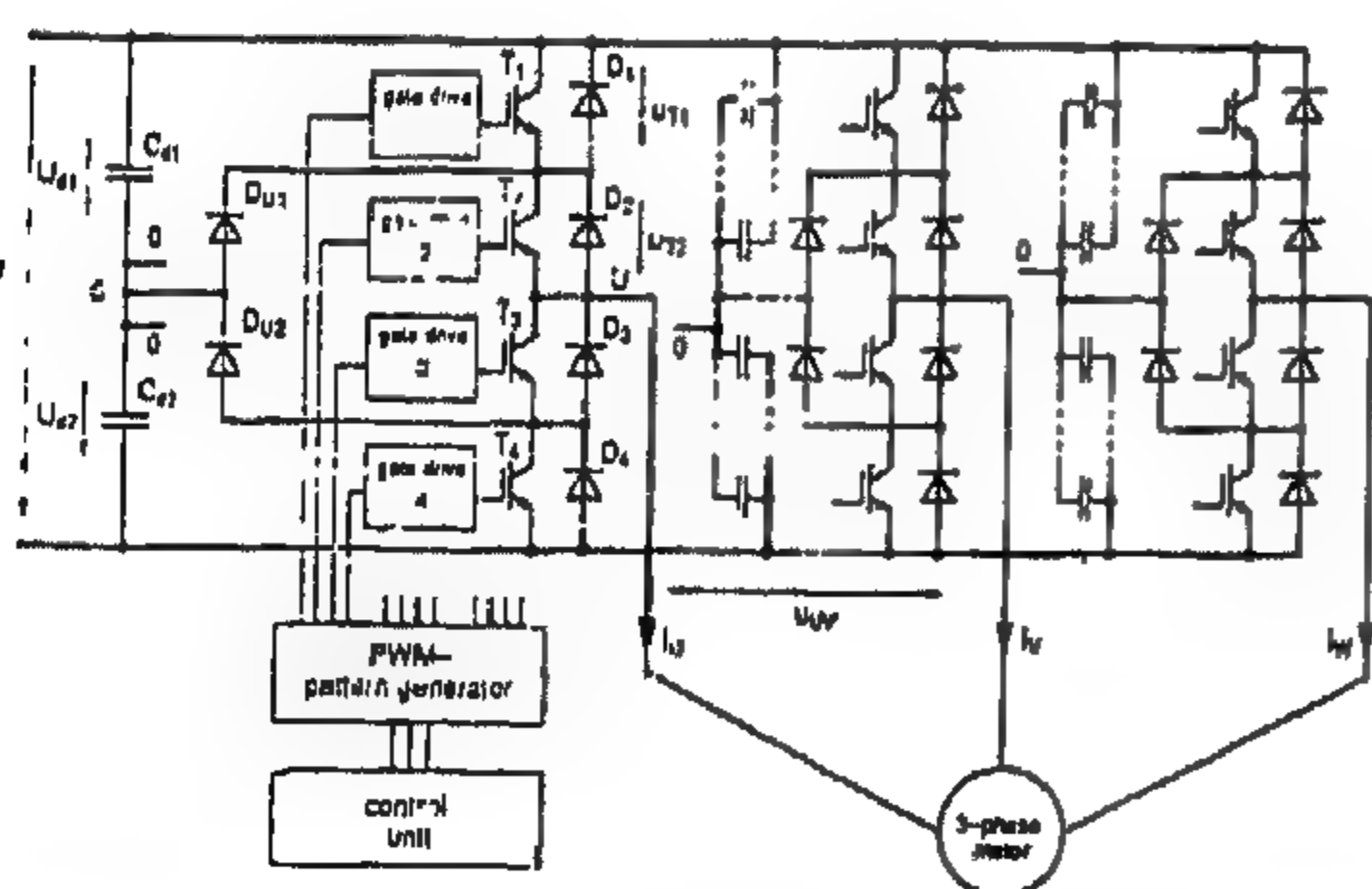


Fig. 2 - Circuit diagram of three level IGBT inverter

In the 3-level inverter each output voltage of each phase has three kinds of voltage according to the ON/OFF condition. Therefore, there are  $(3^3)$  switching states. These states can be represented by space vectors and complex plane as shown in figure (3).

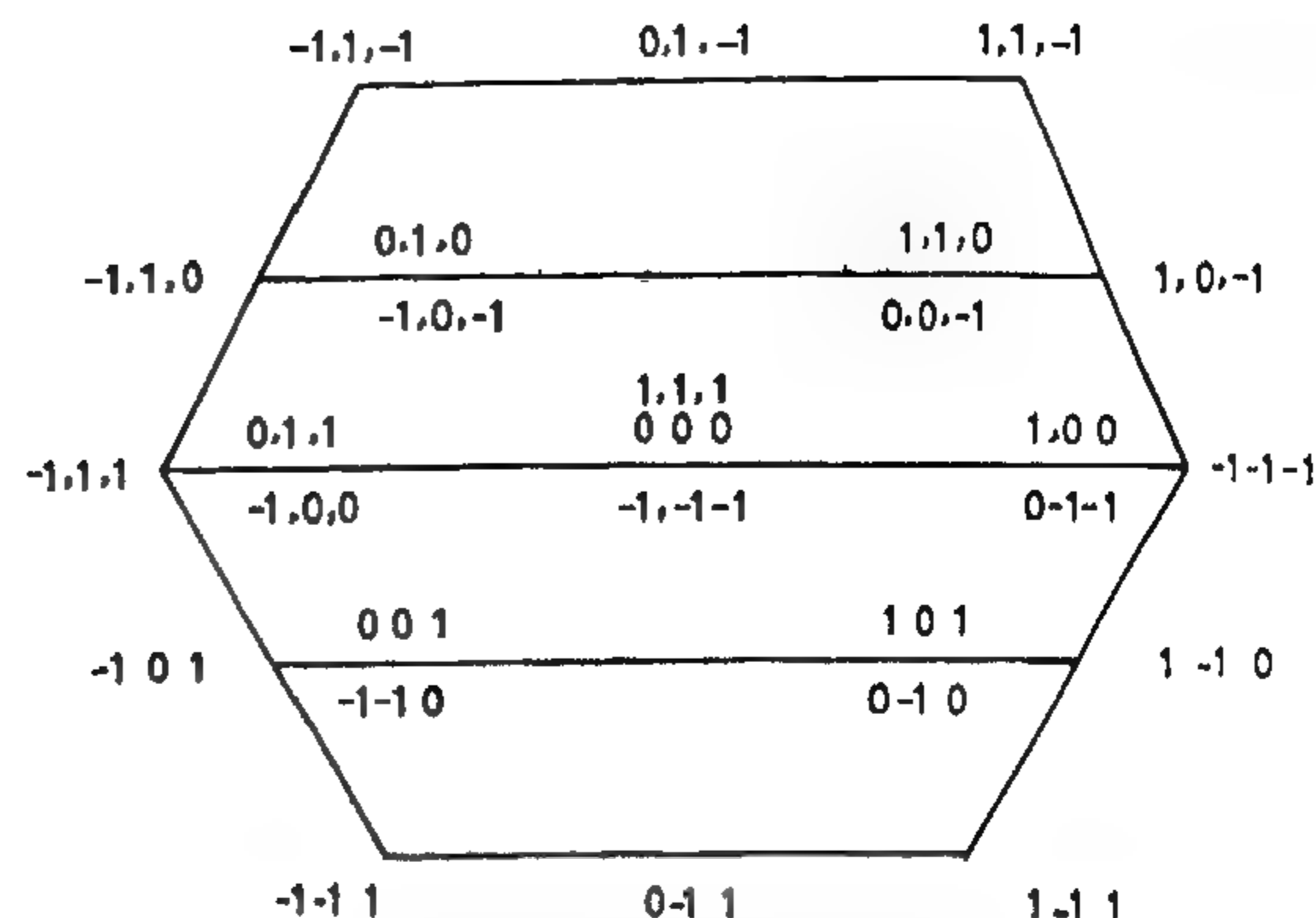


Fig. 3- Space vector representation

This asynchronous PWM modulation method is vector calculation with the above idea of space vector and makes the output current sine wave-form without increasing the switching number.

The pulse patterns can be obtained by sampling the desired voltage  $V$ .

## 5. TRACTION REQUIREMENT

The developed torque of an induction motor is changed with terminal voltage, slip and slip frequency as shown in figures 4 and 5.

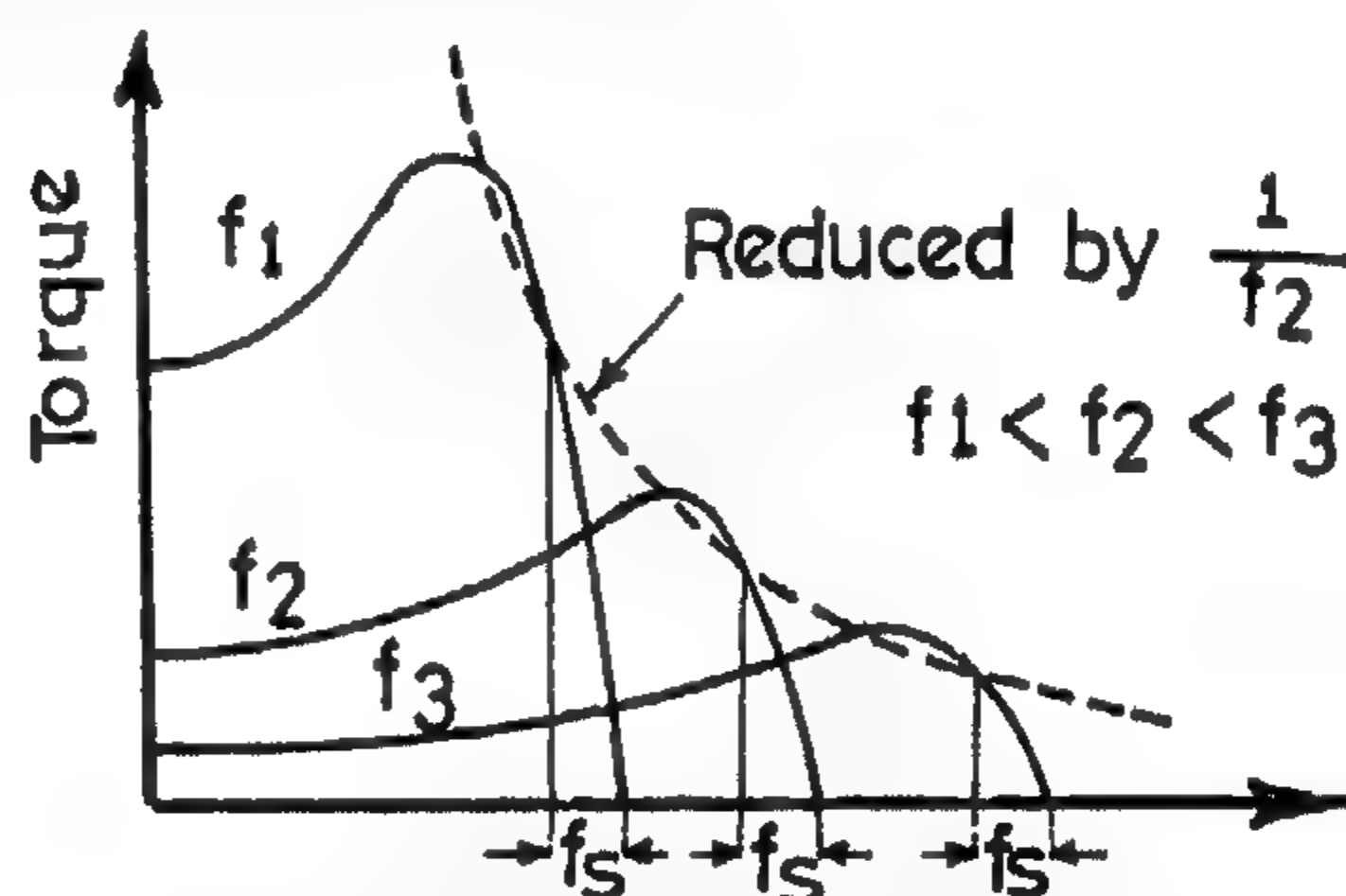


Fig. 4- Torque - Slip characteristics

So when frequency only is increased, the torque decreases by  $1/f^2$

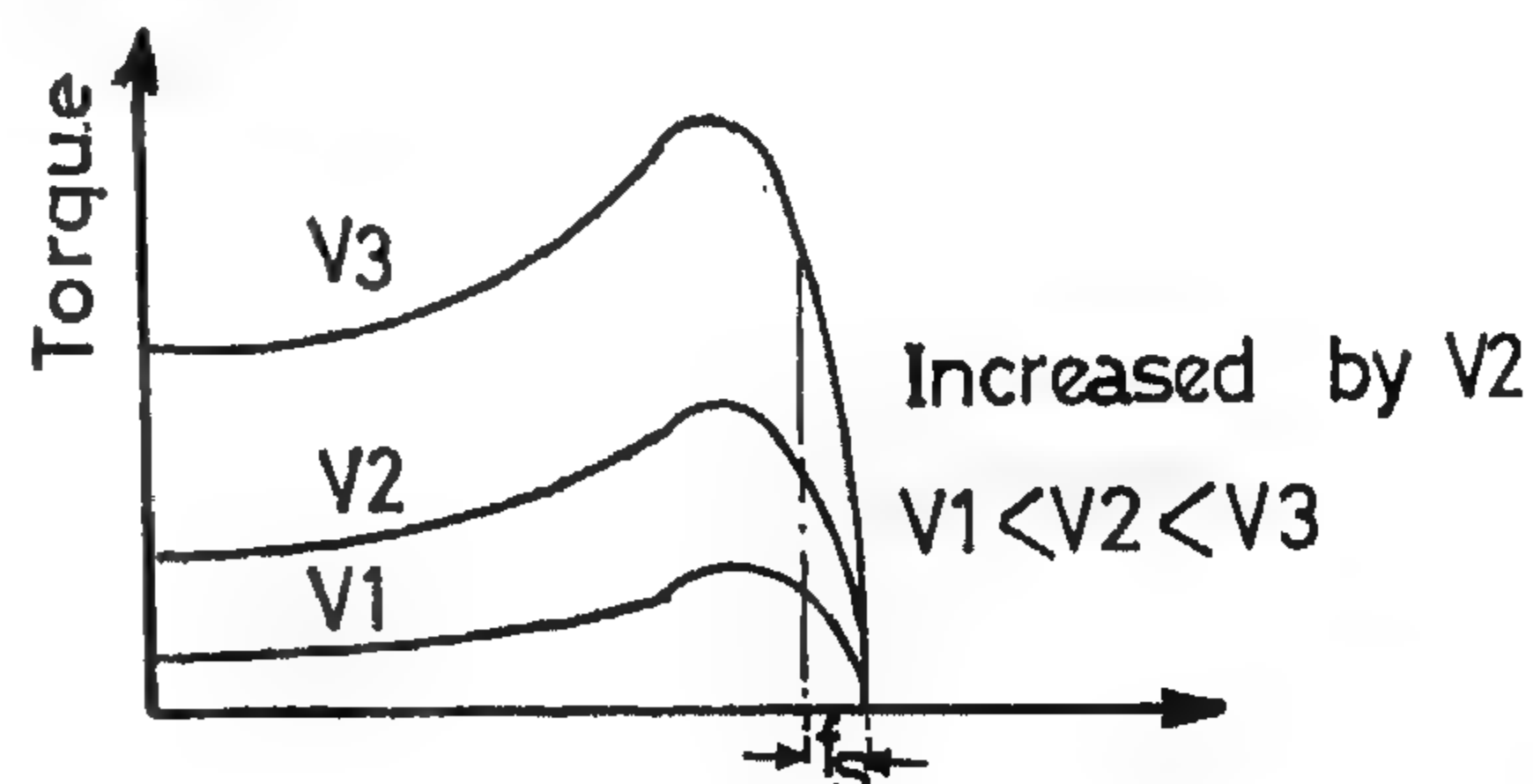


Fig (5) Torque - voltage characteristics

Also when voltage only is increased the torque increases in proportion to  $V^2$  but the speed will not increase.

Then the relation between the torque and current,

# DIGITAL CONTROL FOR TRACTION SYSTEMS USING IGBT INVERTER

By  
A. A. Heggo \*

## ABSTRACT

The advantages of application of IGBTs in electrical traction and industrial processes, for low voltage motor drives are well known. Using PWM-inverters easily enables obtaining some advantages relating to the main functions, such as simple gate drive, short-circuit protection and high switching frequency [1]. Recently digital inverters which use 3-level IGBTs became widely used in mass transit systems [2]. In this paper the details regarding the design of power circuits and pulse generators for IGBT Inverters in Traction Systems are explained and discussed.

## 1. INTRODUCTION

The progress of propulsion control system is based upon the development of the higher power semi-conductors. In recent years, the Variable Voltage Variable frequency (VVVF inverter) control systems are applied to power transistors that are used generally in industrial and practical applications.

The main performance characteristics of IGBTs as follows :

- Reducing transient voltage.
- Taking advantages of flux cancelling .
- Controlling parasitic oscillations.
- Saving valuable space.
- Decreasing assembly costs.
- Increasing reliability.

Available high current IGBT devices have a blocking voltage which is limited to 1200 V and a related current of between 600 and 1200 amps. Such devices can be used in industrial processes and electrical traction with maximum dc link voltages up to 1000 V and related power between 150 and 250 KVA. In some series of IGBT the rated voltage may be increased to 1700 - 2000 V, rendering traction drives with 750 Vdc line voltage possible.

## 2. LIST OF SYMBOLS

V	Terminal voltage of the motor	Volt
I	Motor current	Amp
$\phi$	Motor flux	Webber
F	Frequency of supply	Hz
$F_s$	Slip frequency of the motor	Hz
T	developed torque	Nw.m
IGBT	Insulated gate bi-polar transistor	
PWM	pulse width modulation	
VVVF	variable voltage variable frequency	

\* National Authority for Tunnels

## 3 . IGBT APPLICATION

The main reasons of using IGBT in inverter circuits is as follows:

- It can generate the ideal sine wave-form current to induction motors and reduces the noise emitted from motors.
- The voltage on one of the device is half the power source voltage.
- lower order high harmonic current of motor current is reduced.
- Motor torque ripple is reduced.

Also the advantages of IGBT application in power circuits are as follows:

- Equipment can be smaller by high frequency.
- IGBT drive power is very small.
- IGBT has no limitation of di/dt (critical rate of rise of on state current), dv/dt (critical rate of rise of on state voltage), in power circuits.

## 4 . PWM MODULATION METHOD

As shown in figure (1) the construction and wave-form of IGBT is presented. The output voltage  $V_o$  is positive when the switch is in position  $S_+$  and negative when it is the position  $S_-$ . The pole in a three level inverter can assume in addition a third state (zero state), with a switch in the neutral position  $S_0$ . The possible output voltage wave form when controlled with pulse width modulation are shown in figure (1) (a, b).

The control of this process can be achieved by using a micro computer which enables the change of amplitude and duration of the pulses. Consequently obtaining the variable amplitude and variable frequency with a higher degree of accuracy and efficiency.



Table 5 - Infra-red spectral absorption bands in  $\text{cm}^{-1}$  of the prepared hydraulic fluids and the commercial fluid

Assignment	Hydraulic Fluids												Commercial
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	
B(or) <sub>3</sub>	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340
CH. Str. Vibr. for CH <sub>2</sub> and CH <sub>3</sub>	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
B(OH) <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## CONCLUSION

The prepared hydraulic fluids are especially desirable because they have a low water-sensitivity and also have a desired viscosity-temperature relationship. These properties make such fluids particularly suitable because they can satisfactorily perform at low winter temperatures where the viscosity requirements are

stringent and also can be used in warm weather climates and under heavy duty conditions particularly because of their high boiling point and low sensitivity to water. Additionally the fluids are essentially odorless and possess a high degree of compatibility with other fluids.

## REFERENCES

- 1- Sawyer et al. U.S. Pat., 3, 711, 410, 1 (1973)
- 2- Sato et al. U.S. Pat., 3, 972, 822, 8 (1976)
- 3- Sato et al. U.S. Pat., 4, 116, 840, 9 (1978)
- 4- Sato et al. U.S. Pat., 4, 173, 542, Nov. 6 (1979)
- 5- Knoblauch et al. U.S. Pat., 4, 371, 448, Feb. 1 (1983).
- 6- Zaskal KO, P. P.; Mel'nikova, A. V.; "Chemistry and Technology of Fuels and Oils". V. 10, N. 3-4, P. 307-309, Mars.-April (1974)
- 7- Sawyer et al. U.S. Pat., 3, 711, 412, Jan. 16 (1973)
- 8- Tanizaki et al. U.S. Pat., 4, 298, 488, Nov. 3 (1981)
- 9- El-Houssamy S. F.; "Studies on Different Hydraulic Brake Fluids", Mansoura Science Bulletin 1- (1992)
- 10- Motor Vehicle Brake Fluid-SAE J 1703 f (1977)
- 11- Federal Motor Vehicle Safety Standard 116-June (1971)
- 12- ASTM-Standards, Parts 17 and 18, American Society for Testing Materials, Philadelphia (1967)

Table 3 - Properties of hydraulic fluid of example III

Test	Specifications				Test Result			
	DOT 3	DOT 4	DOT 5	SAEJ 1703	Commercials	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>
Reflux boiling point* (dry) °C	min. 205	min. 230	min. 260	min. 205	267 275	320	335	330
Reflux boiling point* (wet) °C	min. 140	min. 155	min. 180	min. 140	149 185	282	290	286
Viscosity, cSt** at - 40 °C	max. 1500	max. 1500	max. 900	max. 1800	1353 120	450	500	475
- 20					55	220	250	240
0					42	100	120	110
10					25.7	72.8	80	75
20					18.5	49	55	51
40					9.4	22.9	26.8	24
60					5.6	10.5	13	11.5
80					3.4	5.1	5.5	5.3
100 °C	min. 1.5	min. 1.5	min. 1.5	min. 15	2.5 2.3	2.3	2.6	2.3
pH value ***	7-11.5	7-11.5	7-11.5	7-11.5	9.3 8.0	8	8	8
Fluid stability <sup>(10)</sup> Heat stability (boiling point change)	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	-1 °C	none	none	none
Evaporation test <sup>(10)</sup> % weight loss	max. 80	max. 80	max. 80	max. 80	21	none	none	none
Fluidity and appearance <sup>(10)</sup> a) -20 °C 7 days b) Stratification or sedimentation c) Air bubble travel time (sec)	clearly discernible				clear none 1 sec	clear none half sec	clear none half sec	clear none half sec

\* ASTM D 1120

\*\* ASTM D 445

\*\*\*ASTM D 664

Table 4 - Properties of hydraulic fluid of example IV

Test	Specifications				Test Result			
	DOT 3	DOT 4	DOT 5	SAEJ 1703	Commercials	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>
Reflux boiling point* (dry) °C	min. 205	min. 230	min. 260	min. 205	267 275	325	328	332
Reflux boiling point* (wet) °C	min. 140	min. 155	min. 180	min. 140	149 185	275	280	288
Viscosity, cSt** at - 40 °C	max. 1500	max. 1500	max. 900	max. 1800	1353 120	197	380	475
- 20					55	100	181	236.7
0					42	50	90	110
10					25.7	37	62.5	75.9
20					18.5	27	42.6	51.7
40					9.4	14	20	24.6
60					5.6	7	10.3	11.7
80					3.4	4	4.6	5.2
100 °C	min. 1.5	min. 1.5	min. 1.5	min. 15	2.5 2.3	2	2.3	2.4
pH value ***	7-11.5	7-11.5	7-11.5	7-11.5	9.3 8.0	8	8	8
Fluid stability <sup>(10)</sup> Heat stability (boiling point change)	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	-1 °C	none	none	none
Evaporation test <sup>(10)</sup> % weight loss	max. 80	max. 80	max. 80	max. 80	21	none	none	none
Fluidity and appearance <sup>(10)</sup> a) -20 °C 7 days b) Stratification or sedimentation c) Air bubble travel time (sec)	clearly discernible				clear none 1 sec	clear none 1 sec	clear none 1 sec	clear none 1 sec

\* ASTM D 1120

\*\* ASTM D 445

\*\*\*ASTM D 664



viscosities (40 - 100 °C) (Tables 1-4) showed predetermined range under wide variations of temperature conditions. All the properties of the prepared hydraulic fluids showed values nearer to the limitation of the specifications<sup>(10,11)</sup>.

The infra-red spectra, both for the prepared fluids and the commercial one showed a common characteristic absorption bands, Table (5). This indicates the compatibility between the prepared and the commercial hydraulic fluids.

Table 1- Properties of hydraulic fluid of example I

Test	Specifications				Test Result			
	DOT 3	DOT 4	DOT 5	SAEJ 1703	Commercials	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Reflux boiling point* (dry) °C	min. 205	min. 230	min. 260	min. 205	267 275	315	330	324
Reflux boiling point* (wet) °C	min. 140	min. 155	min. 180	min. 140	149 185	270	280	275
Viscosity. cSt** at - 40 °C	max. 1500	max. 1500	max. 900	max. 1800	1353 120	170	220	200
- 20					55	90	110	100
0					42	45	55	50
10					25.7	17.5	20	19
20					18.5	24	30	26
40					9.4	13	15	14
60					5.6	6.5	7.5	7
80					3.4	3.6	4.8	3.6
100 °C	min. 1.5	min. 1.5	min. 1.5	min. 15	2.5 2.3	2	2.0	1.9
pH value***	7-11.5	7-11.5	7-11.5	7-11.5	9.3 8.0	7	7	7
Fluid stability <sup>(10)</sup> Heat stability (boiling point change)	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	-1 °C	none	none	none
Evaporation test <sup>(10)</sup> % weight loss	max. 80	max. 80	max. 80	max. 80	21	none	none	none
Fluidity and appearance <sup>(10)</sup> a) -20 °C 7 days b) Stratification or sedimentation c) Air bubble travel time (sec)	clearly discernible				clear none 1 sec	clear none	clear none	clear none

Table 2- Properties of hydraulic fluid of example II

Test	Specifications				Test Result			
	DOT 3	DOT 4	DOT 5	SAEJ 1703	Commercials	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
Reflux boiling point* (dry) °C	min. 205	min. 230	min. 260	min. 205	267 275	318	332	328
Reflux boiling point* (wet) °C	min. 140	min. 155	min. 180	min. 140	149 185	272	286	280
Viscosity. cSt** at - 40 °C	max. 1500	max. 1500	max. 900	max. 1800	1353 120	360	400	380
- 20					55	174	190	180
0					42	85	95	90
10					25.7	60	65	62.5
20					18.5	40	45	43
40					9.4	20.3	21.9	20.8
60					5.6	9.17	11.1	10
80					3.4	4.5	5	4.8
100 °C	min. 1.5	min. 1.5	min. 1.5	min. 15	2.5 2.3	2.2	2.4	2.3
pH value***	7-11.5	7-11.5	7-11.5	7-11.5	9.3 8.0	7.5	7.5	7.5
Fluid stability <sup>(10)</sup> Heat stability (boiling point change)	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	3.0 °C	-1 °C	none	none	none
Evaporation test <sup>(10)</sup> % weight loss	max. 80	max. 80	max. 80	max. 80	21	none	none	none
Fluidity and appearance <sup>(10)</sup> a) -20 °C 7 days b) Stratification or sedimentation c) Air bubble travel time (sec)	clearly discernible				clear none 1 sec	clear none half sec	clear none half sec	clear none half sec

\* ASTM D 1120

\*\* ASTM D 445

\*\*\*ASTM D 664

The following examples illustrate various embodiments of this work:

### Example I

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

Components	Percent by weight		
Borate Ester <sup>(1)</sup>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Type ( A <sub>1</sub> / A <sub>2</sub> / A <sub>3</sub> )	44.00	44.00	44.00
Butoxymonoether of diethylene glycol	44.00	44.00	44.00
Polyethylene glycol M. W. 300	10.00	10.00	10.00
Diethanolamine	1.90	1.90	1.90
Phenothiazine	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.05	0.05	0.05
	100	100	100

- <sup>(1)</sup> (A<sub>1</sub>) bis-borate ester of diethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>2</sub>) bis-borate ester of triethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>3</sub>) bis-borate ester of butoxymonoether of diethylene glycol

### Example II

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

Components	Percent by weight		
Borate Ester <sup>(1)</sup>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
Type ( A <sub>4</sub> / A <sub>5</sub> / A <sub>6</sub> )	45.97	45.97	45.97
Butoxymonoether of diethylene glycol	47.43	47.43	47.43
Polyethylene glycol M. W. 300	4.00	4.00	4.00
Diethanolamine	2.50	2.50	2.50
Phenothiazine	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.05	0.05	0.05
	100	100	100

- <sup>(1)</sup> (A<sub>4</sub>) Triborate ester of diethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>5</sub>) Triborate ester of triethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>6</sub>) Triborate ester of butoxymonoether of diethylene glycol

### Example III

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

Components	Percent by weight		
Borate Ester <sup>(1)</sup>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>
Type ( A <sub>7</sub> / A <sub>8</sub> / A <sub>9</sub> )	26.8	26.8	26.8
Butoxymonoether of diethylene glycol	45.0	45.0	45.0
Polyethylene glycol M. W. 300	27.5	27.5	27.5
Diethanolamine	0.5	0.5	0.5
Phenothiazine	0.1	0.1	0.1
Sodium nitrite	0.1	0.1	0.1
	100	100	100

- <sup>(1)</sup> (A<sub>7</sub>) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and diethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>8</sub>) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and triethylene glycol monomethyl ether  
 (A<sub>9</sub>) Borate ester of boric acid-diethylene glycol and butoxymonoether of diethylene glycol

### Example IV

Hydraulic fluids were prepared having the following compositions:

Components	Percent by weight		
Borate Ester <sup>(1)</sup>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>
Type ( A <sub>10</sub> / A <sub>11</sub> / A <sub>12</sub> )	44.00	45.97	26.80
Butoxymonoether of diethylene glycol	44.0	47.43	45.00
Polyethylene glycol M. W. 300	10.00	4.00	27.50
Diethanolamine	1.90	2.50	0.50
Phenothiazine	0.05	0.05	0.10
Sodium nitrite	0.05	0.05	0.10
	100	100	100

- <sup>(1)</sup> (A<sub>10</sub>) Is a mixture of borate ester of types A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> and A<sub>3</sub> in equal ratios.  
 (A<sub>11</sub>) Is a mixture of borate ester of types A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> and A<sub>6</sub> in equal ratios.  
 (A<sub>12</sub>) Is a mixture of borate ester of types A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> and A<sub>9</sub> in equal ratios.

All the borate esters were prepared at 155 °C <sup>(9)</sup>

### Properties of the Prepared Hydraulic Fluids

The prepared fluids compositions were tested according to the procedures set forth in the SAE <sup>(10)</sup> and FMVSS No. 116 <sup>(11)</sup> and ASTM <sup>(12)</sup> Standards Methods Tables (1-4).

### Infra-Red Spectral Studies

The infra-red spectra, both for the prepared fluids and the commercial one were studied.

### RESULTS AND DISCUSSION

The hydraulic fluids of this work generally comprise three principal units (1) base fluid, (2) diluent and (3) additives. These units were mixed until a single phase composition was obtained. Four types of hydraulic brake fluids were prepared from four different borate esters bases:

- 1- Bis-borate esters bases ( A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> and A<sub>3</sub> )
- 2- Tri-borate ester bases ( A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> and A<sub>6</sub> )
- 3- Borate esters bases, based on boric acid, diethylene glycol with alkoxymonoether. ( A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> and A<sub>9</sub> )
- 4- Borate esters bases formulated ( in equal ratios ) from a mixture of each class, i.e. ( A<sub>1</sub> + A<sub>2</sub> + A<sub>3</sub> ) ; ( A<sub>4</sub> + A<sub>5</sub> + A<sub>6</sub> ) and ( A<sub>7</sub> + A<sub>8</sub> + A<sub>9</sub> ) to give A<sub>10</sub>, A<sub>11</sub> and A<sub>12</sub> respectively.

### Testing the Hydraulic Fluids

The hydraulic fluids of examples I to IV were tested in accordance with the methods of SAE <sup>(10)</sup> and FMVSS No.116 <sup>(11)</sup>. The results are summarized in table 1 to 4. Their reflux boiling point ( RBP dry and wet ) were of higher values than the minimum values of the specifications. The high values of ( RBP wet ), indicate their low sensitivity to water, thus enable to maintain their original properties when amounts of water commonly encountered during use. Their



## HYDRAULIC FLUIDS COMPOSITIONS WITH IMPROVED PROPERTIES

By  
S.F. El-Houssamy \*

### ABSTRACT

More requirements are considered nowadays on the performance of hydraulic fluids. This work relates to hydraulic fluid compositions, particularly brake fluid compositions for use in hydraulic brake systems of automobiles.

Accordingly, one object of this work is to provide hydraulic fluid compositions which have improved properties for a long period of time, a high boiling point and further having more excellent viscosity characteristics. Another object of this work is to provide hydraulic fluid compositions which can meet the requirements for DOT3, DOT4 and DOT5 specifications.

### INTRODUCTION

Recently <sup>(1-3)</sup>, automobiles have tended to become faster and larger, at the same time greater safety is required. For this purpose, hydraulic fluids of higher performance are strongly demanded.

The first requirement for hydraulic fluids is to be free from the so-called "vapor lock phenomenon" This phenomenon is caused by the vaporization of hydraulic fluids, and makes brake control impossible. Consequently, brake fluids having a higher boiling point are demanded. Efforts have been made to develop hydraulic fluids having a high boiling point even in the moist state and which can maintain the higher boiling point for a long period of time.

Hitherto, there have been proposed several hydraulic fluids which contain borate esters of glycol ethers. Such hydraulic fluids may be adequate regarding their wet equilibrium reflux boiling point, and some of them have high enough wet equilibrium reflux boiling points to pass the standard DOT3, DOT4, and DOT5 specifications <sup>(4,5)</sup>. However, under the conditions of mechanical action in a hydraulic system, the most important fluid property is its viscosity stability i.e., the resistance of the thickener to the action of high stresses and shear rates <sup>(6)</sup>.

Commonly hydraulic brake fluids are made up of three principal units. The first is a base or lubricant for the system such as polyglycols. Diluents, which are employed for the purpose of controlling the viscosity of

the fluid as glycol ethers, glycols, alcohol, ...etc., form the second basic unit. Finally, the third basic unit is represented by an additive or inhibitor package comprising small quantities of materials which are added to control or modify various chemical and physical properties of the fluid, e.g. to reduce oxidation to improve wetting and flow and to maintain the pH of the hydraulic system above 7 in order to minimize corrosion. By varying the composition, particularly desired properties can generally be attained <sup>(7)</sup>.

However, hydraulic fluids have been subject to increasingly stringent requirements with regard to properties, particularly boiling point and viscosity-temperature relationships <sup>(8)</sup>.

### EXPERIMENTAL

Formulation of the novel hydraulic fluids in this work was accomplished by blending the components to a homogeneous stage in a mixing vessel. The preferable blending temperature was from about 30° to 50°C. It was preferable to warm the solution during preparation to facilitate dissolution. The blending of the compounds was conveniently conducted at atmospheric pressure in the absence of moisture. The components were added together one at a time. The antioxidant and the inhibitor were added as a solution in the glycol ether component. All components were mixed until a single phase composition was obtained.

---

\* Egyptian Petroleum Research Institute, Nasr City, Cairo

and Salmonella up to  $1.28 \times 10^{11}$ ,  $1.6 \times 10^{11}$ , and  $5.1 \times 10^5$  MPN/gram in thickened sludge has been recorded. After drying, these values were reduced to  $3.6 \times 10^2$  for both faecal coliform and faecal streptococci. Salmonella was not detected. The concentration of the investigated heavy metals; namely, Ni, Cu, Pb, and Cr in the dried sludge indicated that their concentration are within the permissible limits. However zinc exceeded the consent standards (Table 2). To avoid any health or environmental hazard, application of this sludge on land should not exceed 2.5 ton /ha / year.

Table (2) Heavy metals content of dried sewage sludge

Heavy Metals (mg/kg)	Nickel	Copper	Lead	Chromium	Zinc
Consent Standards*	150	600	670	670	1870
Dried Sludge	109	369	159	77	3480

\* Application rate 5 t/ ha / year (Anonymous, 1992)

### IRRIGATION CANAL

Results of the physico-chemical analysis of samples collected from the irrigation canal during the study period are presented in (Figure 3). Available data

showed reductions in COD and BOD values of 28.6% and 7% as compared to the COD and BOD values of the final effluent. This could be due to sedimentation and/or self-purification effect. On the other hand total nitrogen and phosphorus concentrations increased from 13.8 to 25 mg N/L and from 1.8 to 3.8 mg P/L, respectively (Figure 6). This may be attributed to seepage from the agricultural land. Also a significant increase in most of the microbiological parameters has been recorded (Table 1). Comparing the physico-chemical and biological quality of the final effluent of Helwan Wastewater Treatment Plant with the WHO (1989) guidelines and the Egyptian decree 9/89 which sets out conditions and criteria for the disposal of liquid wastes by irrigation of agricultural land, it became obvious that the treated effluent could not be used for unrestricted irrigation.

To safeguard the health of the people in the reclaimed land area, sprinkler irrigation should be replaced by drip irrigation. Also, the design and installation of a monitoring system is recommended.

### REFERENCES

- Anonymous, (1992), "German Sewage Sludge Regulation Act", (Abfklar V), Bundesgesetzblatt Teil, Nr. 21,28.
- APHA (1992), "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 18th ED. American Public Health Association, Washington, D.C.
- Balluz, S.A., Jones, H.H. and Bulter, M. (1977) "The Persistence of Poliovirus in Activated Sludge Treatment", J. Hygiene, 87, 165-73.
- Feachem, R.G.A., Bradley, D.J., Garelick, H. and Mara, D.D. (1980) "Health Aspects of Excreta and Sullage Management in Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation", Vol. 3. Washington, D.C.
- Metcalf and Eddy, Inc. (1979), "Wastewater Engineering", New York: McGraw-Hill.
- UNDP/WB (1990), "Wastewater Reuse for Irrigation in the Mediterranean Region", Map Rep. Ser. No. 1941.
- UNDP/WB (1991), "Wastewater Treatment and Reuse in the Middle East and North Africa Region", Unlocking the Potential, Draft Report, Project RAB/88009.
- Viessman, W. Jr. and Hammer, M.J. (1985), "Water Supply and Pollution Control", New York: Harper and Row.
- WHO (1989), "Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture", Tech. Rep. Ser. No. 778, Geneva.



## PRIMARY EFFLUENT

Analysis of the primary effluent indicated a significant improvement in the wastewater quality (Figure 3). Average residual COD, BOD, and TSS values were 128, 58 and 51 mg/L, respectively. Corresponding percentage removals reached 49%, 43% and 64%, respectively. The concentration of oil and grease ranged from 12 to 56 mg/L, with an average residual value of 37 mg/L (Figure 5).

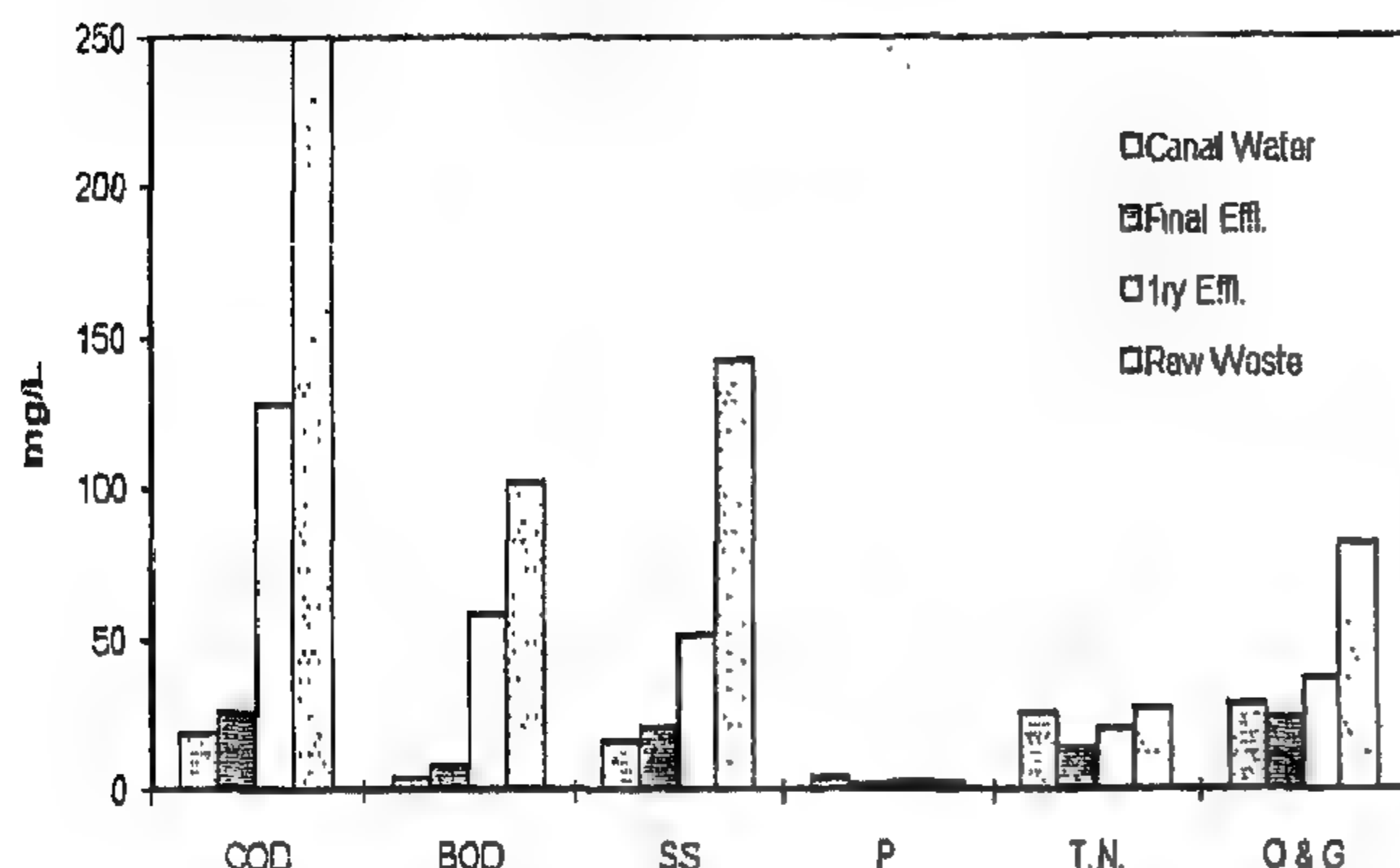


Fig. 5 - Average physico-chemical characteristics of raw waste, treated effluents and irrigation canal water.

Microbiological investigations indicated removal efficiency of more than 98% (Table 1 and Figure 4). From the available data it was found that the faecal coliform density (MPN/100 ml) ranged from  $3.6 \times 10^5$  to  $2.4 \times 10^8$ , with an average value of  $9.5 \times 10^7$ . Faecal streptococci ranged from  $2.2 \times 10^6$  to  $1.2 \times 10^7$ , with an average value of  $5.2 \times 10^6$  (MPN/100 ml). Pathogenic organisms count per 100 ml sample, detected in terms of salmonella ranged from  $6 \times 10^2$  to  $7 \times 10^5$  with an average value of  $2.9 \times 10^5$ . Feachem et al (1980) reported that primary sedimentation tanks, with detention times of 2-6h, produced quite variable results in the removal of bacterial indicators. Removal is caused by settlement of bacteria, which are adsorbed on, or entrapped within, suspended solids.

## FINAL EFFLUENT

Results of the physico-chemical analysis of the final effluent are presented in (Figure 3). Residual COD ranged from a minimum value of 19 mgO<sub>2</sub>/L to a maximum value of 38 mg O<sub>2</sub>/L, with an average value of 25 mgO<sub>2</sub>/L. BOD ranged from 6 to 15 mgO<sub>2</sub>/L, with a mean value of 7.8 mgO<sub>2</sub>/L. Ammonia-N was not detected in the final effluent which is an indication of complete nitrification. Nitrate concentration ranged between 3 and 12.5 mg N/L, with a mean value of 8.5 mg N/L. Phosphorus concentration ranged from 1.1 to 2 mg P/L, with an average value of 1.8 mg P/L. Removal of 35% and 78% were achieved for Oil & grease and detergent, respectively (Figure 6).

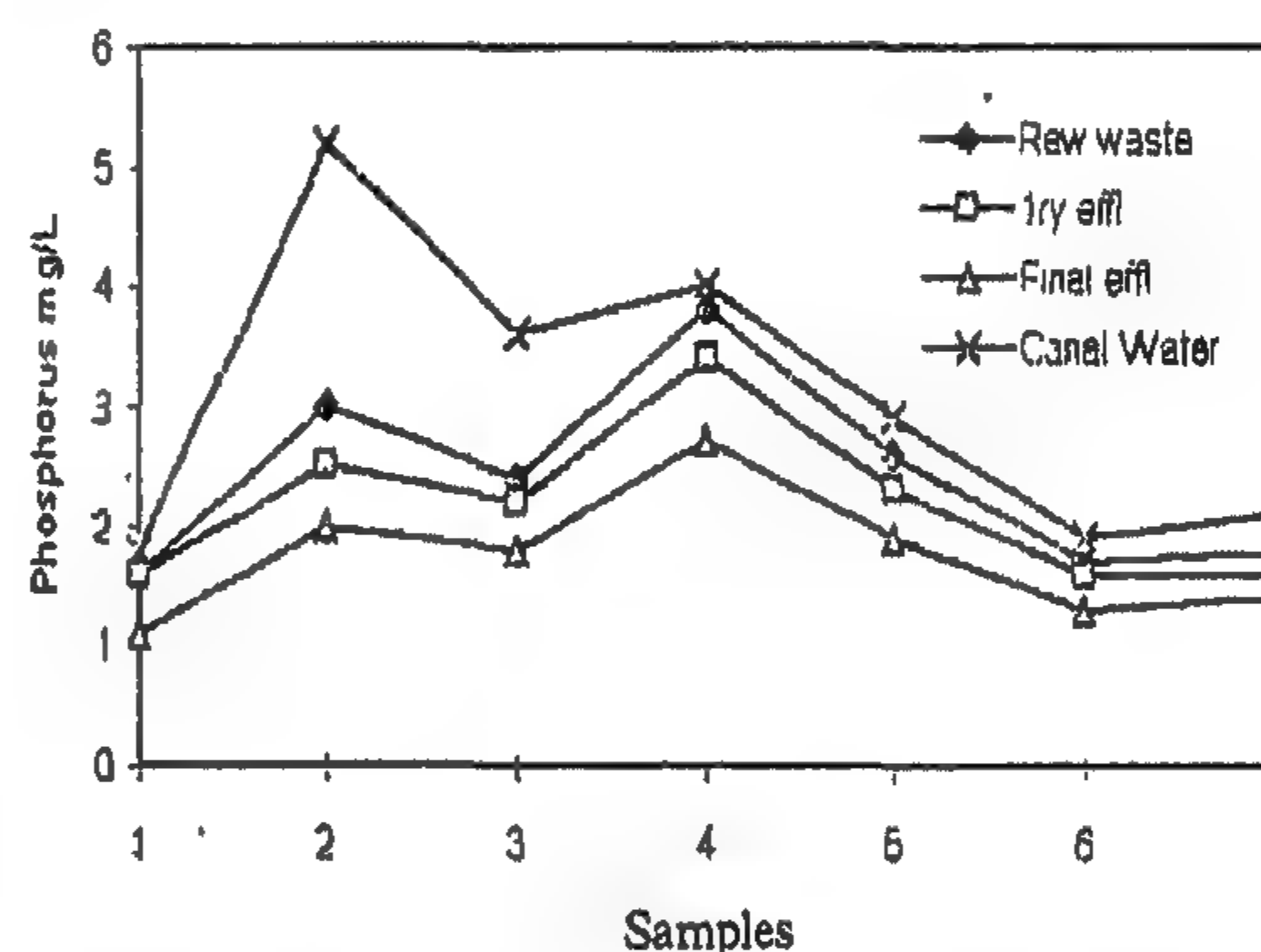
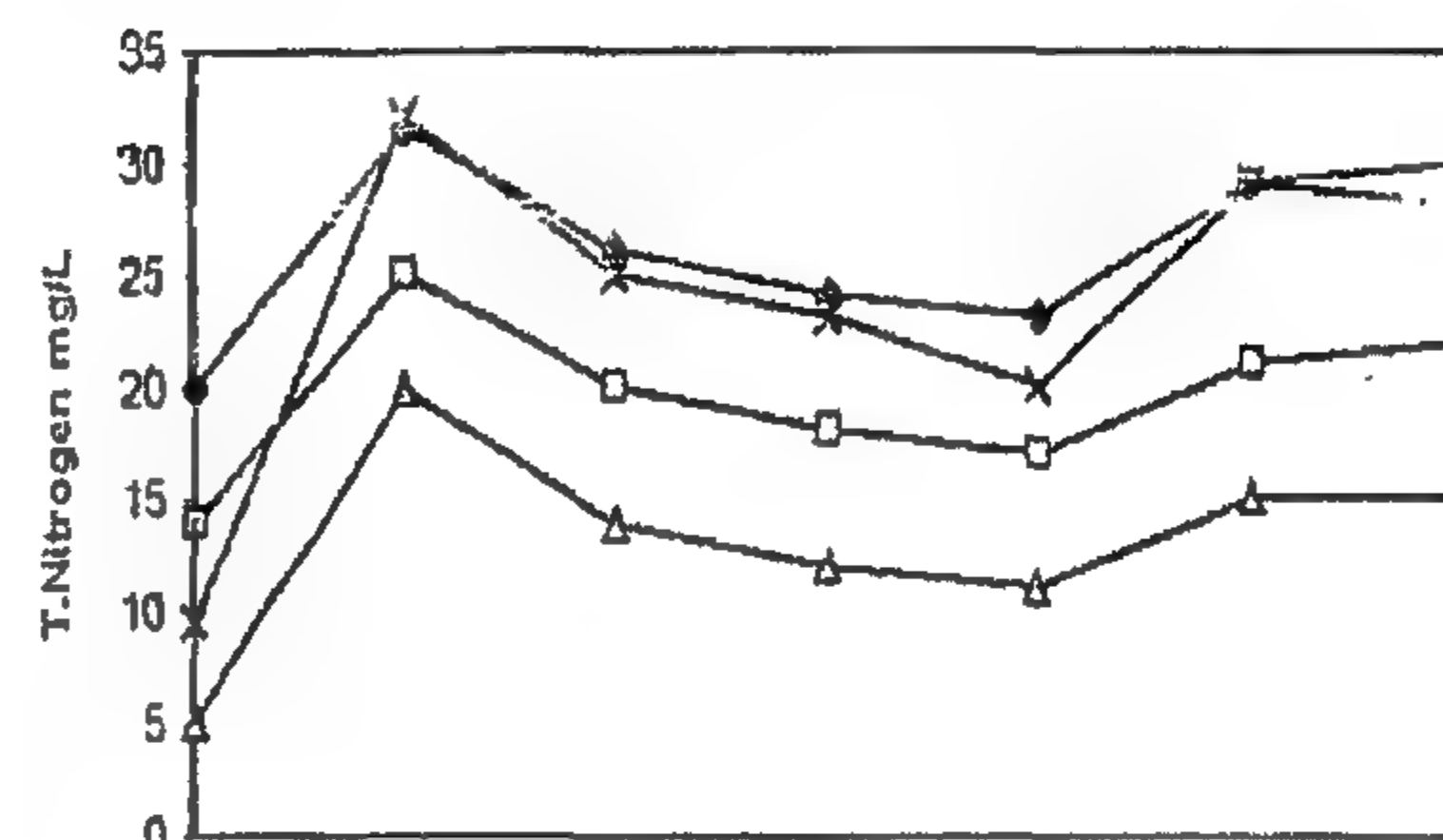
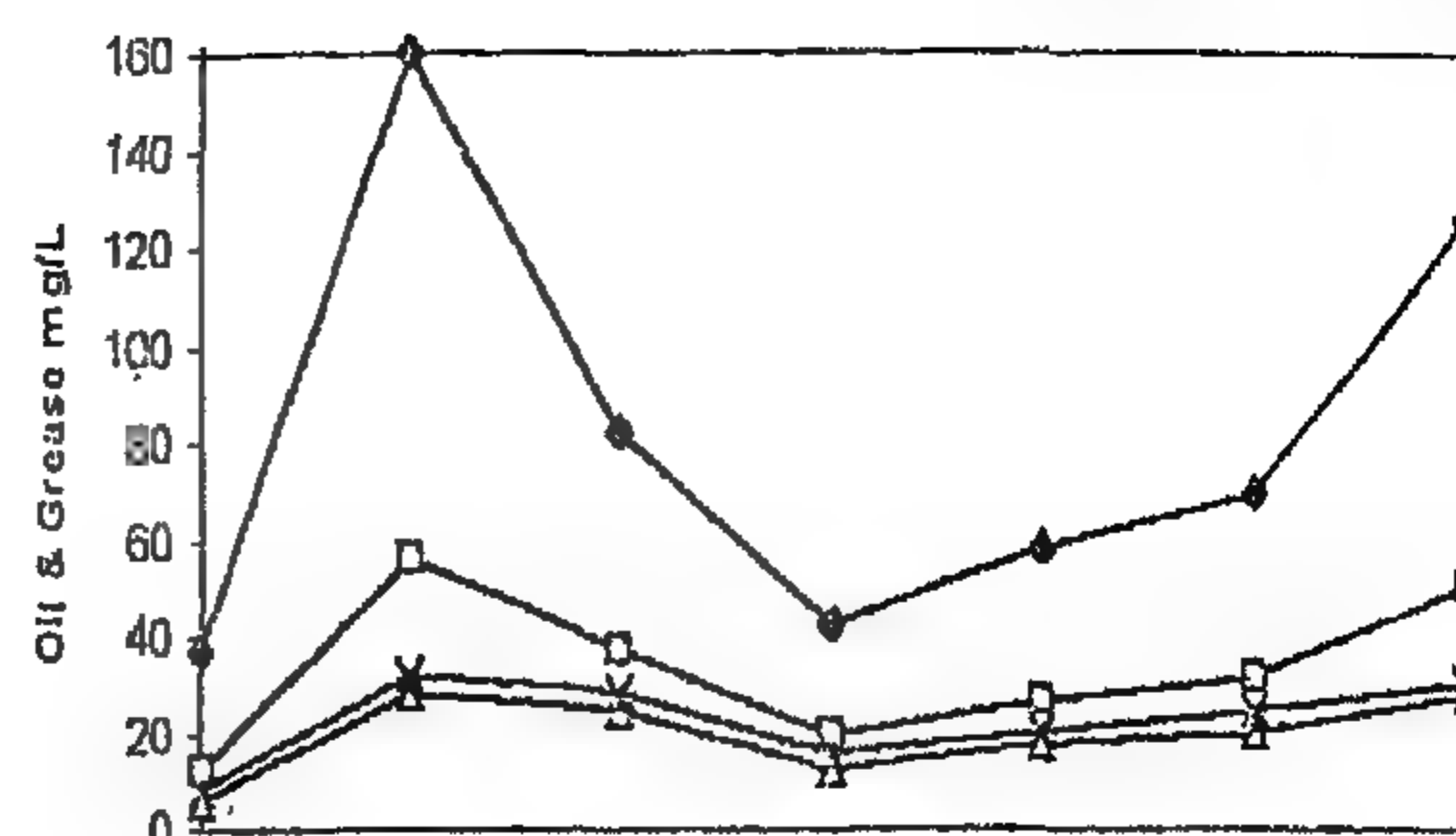


Fig. 6 - Variation in selected parameters illustrating the characteristics of raw wastewater, treated effluents and irrigation canal water

The overall efficiency of Helwan Wastewater Treatment Plant for removing the carbonaceous fractions is considered good. A removal of more than 90% was achieved for most of the physico-chemical parameters. However, the phosphate removal did not exceed 25%, which is expected in conventional activated sludge systems that do not apply modification for luxury phosphorus uptake (Viessman and Hammer, 1985). A removal of more than 99% in the total viable count and indicators of faecal pollution in terms of faecal coliform and faecal streptococci was achieved through the biological treatment processes.

## CHARACTERISTICS OF SLUDGE

Analysis of thickened and dried sludge indicated an increase in the solids content from 6 to 91 per cent and a reduction in the volatile organic matter by 46%. Accumulation of faecal coliform, faecal streptococci,

## RESULTS AND DISCUSSION

### RAW WASTEWATER CHARACTERISTICS

Variations in raw wastewater characteristics are illustrated graphically in Figure (3). The COD ranged from 192 to 338 mgO<sub>2</sub>/L with an average value of 250 mgO<sub>2</sub>/L. Corresponding BOD ranged from 87 to 150 mgO<sub>2</sub>/L, with an average value of 102 mgO<sub>2</sub>/L. Total suspended solids (TSS) ranged between 106 and 256 mg/L, with an average value of 142 mg/L. Mean values of oil and grease were around 82 mg/L. Comparing the characteristics of the raw wastewater with the typical values cited by Metcalf and eddy (1979), it can be seen that raw wastewater is rather low in terms of COD, BOD, and TSS; this is because the plant receives industrial wastewater. Results of microbiological examination are recorded in Table (1) and illustrated graphically in Figure (4). The average density of faecal coliform and faecal streptococci, represented as the most probable numbers (MPN) per 100 ml was  $5.2 \times 10^9$  and  $1.13 \times 10^{10}$  respectively. Salmonella was  $8.4 \times 10^5$  on the average.

Table 1- Microbiological investigation of raw wastewater, treated effluents and irrigation canal water

Test	Sampling Sites				
	Raw Wastewater	Primary Effluent	Secondary Effluent	Overall % R	Irrigation Canal
1-Total viable count/ml At 22°C					
Min	3.7E+08	3.8E+07	2.2E+04		3.2E+03
Max	5.1E+10	4.8E+08	7.8E+04		6E+05
Avg*	1.8E+10	1.9E+08	5.3+04		2.05E+05
%R		98.92	99.97	99.99	
At 37°C					
Min	8.4E+07	3.6E+07	8.5E+03		2.2E+03
Max	4.2E+10	7.7E+07	3.3E+04		5.8E+05
Avg*	1.5E+10	5.2E+07	2.1E+04		1.96E+05
%R		99.65	99.95	99.99	
2-Coliforms MPN/100 ml					
Total coliform					
Min	9.1E+07	3.6E+05	7.3E+01		1.1E+02
Max	4E+10	4.6E+08	1.1E+04		2.5E+04
Avg*	1.02E+10	1.9E+08	7.3E+03		9E+03
%R		98.13	99.99	99.99	
Faecal Coliform					
Min	3.6E+07	3.6E+05	3.6E+01		7.2E+03
Max	2E+10	2.4E+08	1.1E+04		1.2E+03
Avg*	5.2E+9	9.5E+07	7.3E+03		8.4E+03
%R		98.15	99.99	99.99	
Faecal Streptococci					
Min	3.5E+07	2.2E+06	2.4E+03		3.6E+03
Max	4.5E+10	1.2E+07	1.1E+04		1.3E+05
Avg*	1.13E+10	5.2E+06	6E+03		4.6E+04
%R		99.95	99.88	99.99	
3-Pathogenic organisms/ 100 ml					
Salmonellae					
Min	3E+02	6E+02	2E+03		
Max	2.6E+06	7E+05	5E+03		
Avg*	8.4E+05	2.9E+05	2.3E+03		3.7E+03
%R		65.82	99.19	99.72	

\*The results are the mean values of 5-monthly successive samples.

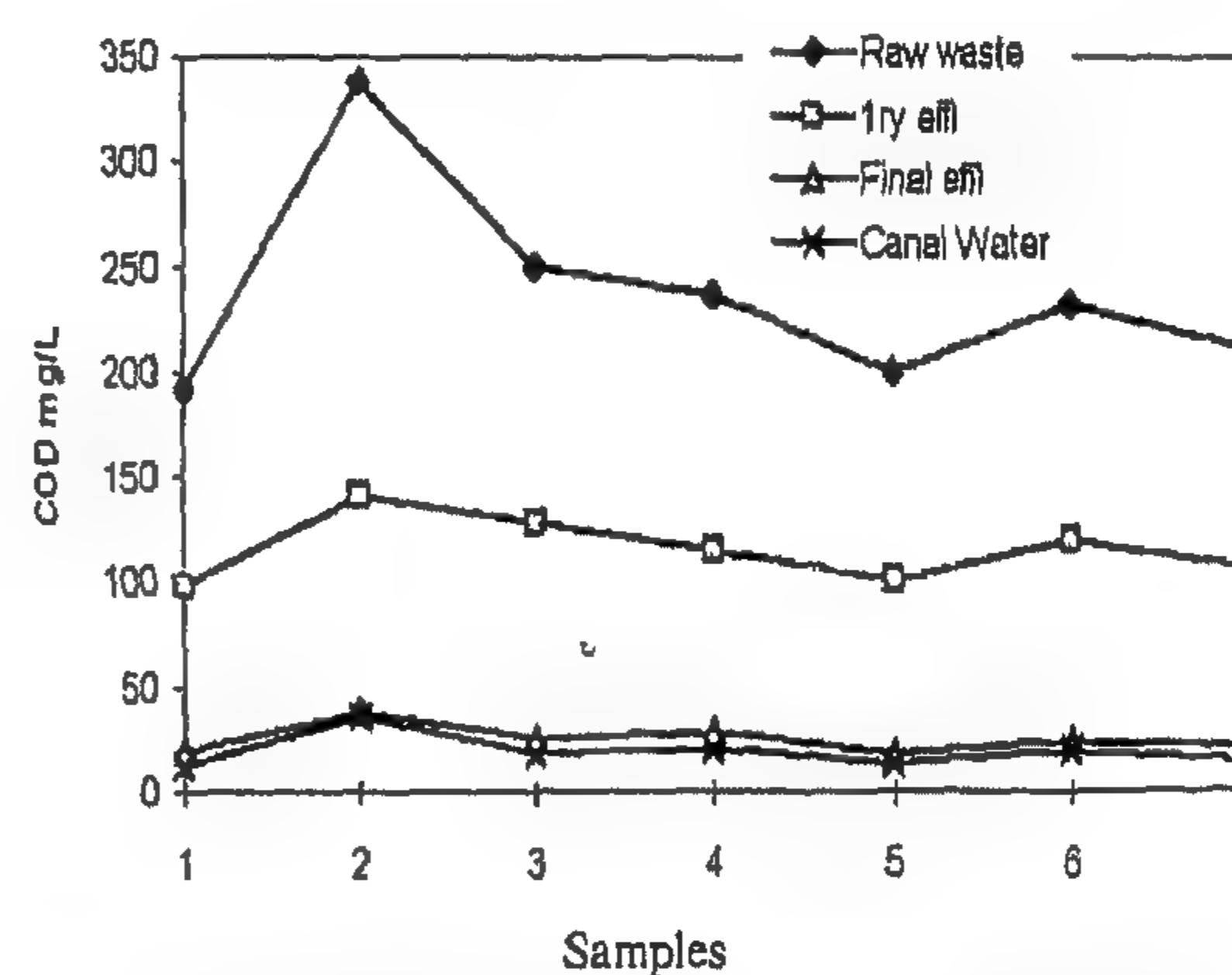
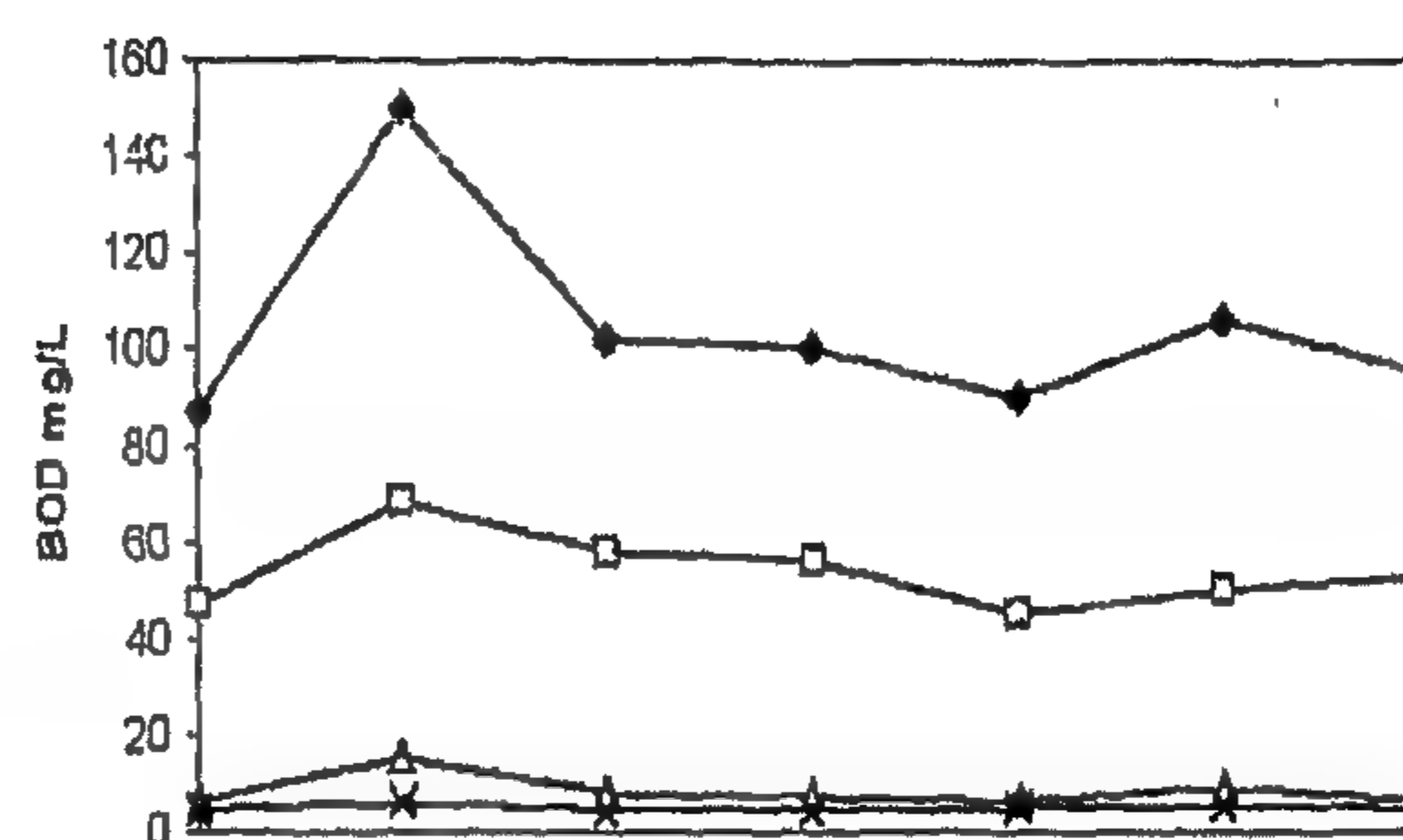
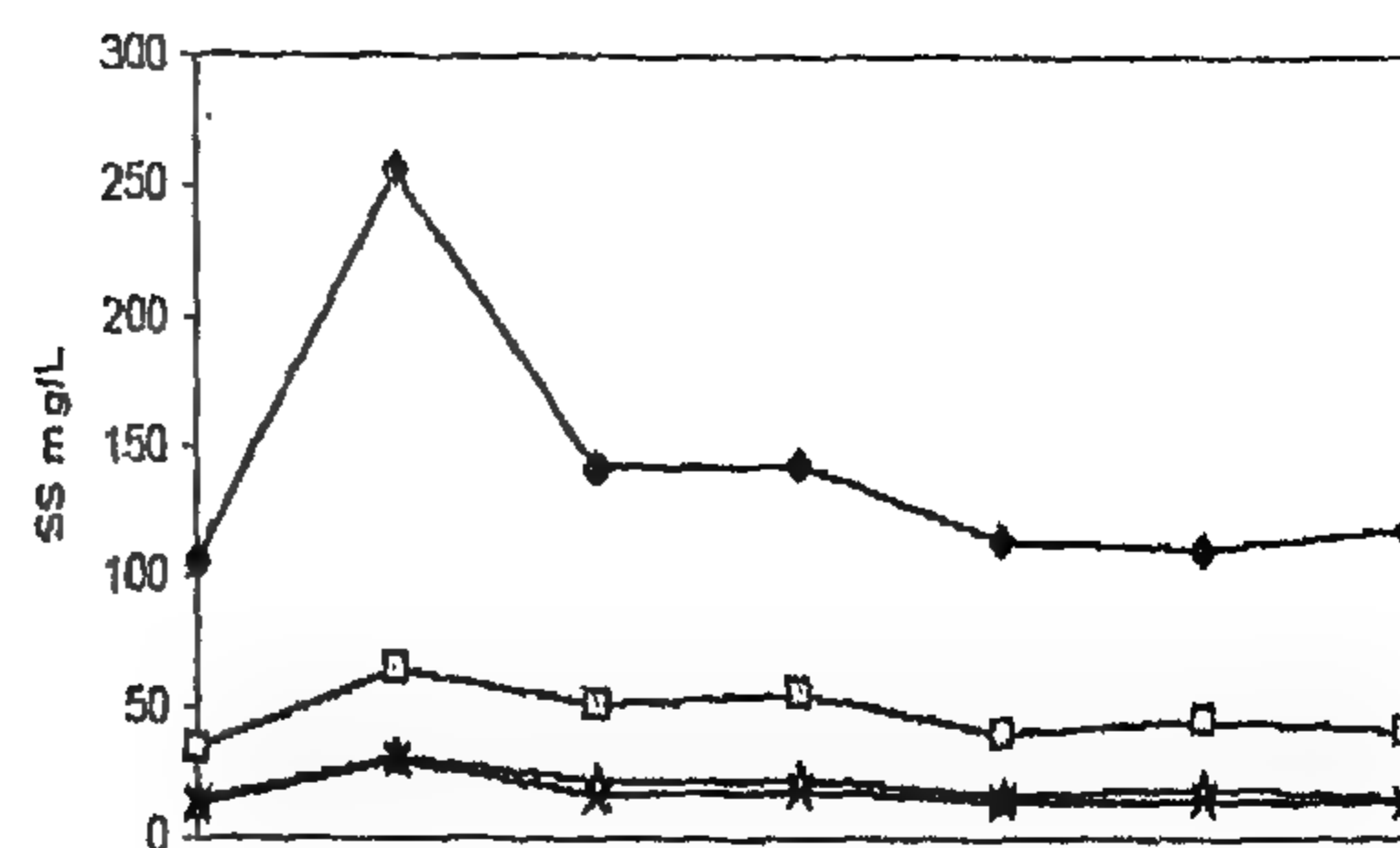


Fig. 3 - Variation in selected parameters illustrating the characteristics of raw waste water, treated effluents and irrigation canal water

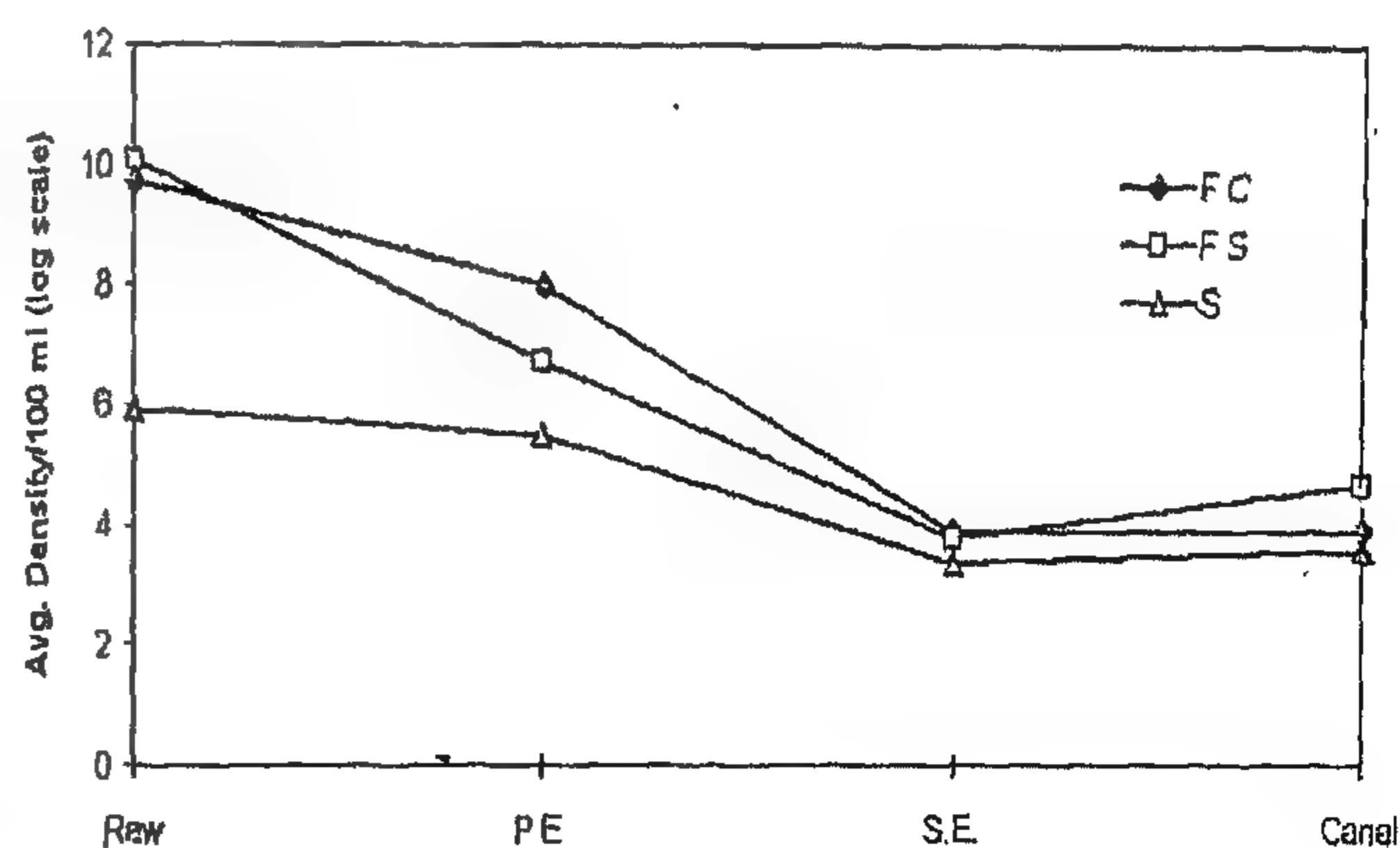


Fig. 4- Average density of faecal coliforms (F.C.), faecal streptococci (F.S.) and salmonella (S.) in raw sewage, primary effluent (P.E.), secondary effluent (S.E.) and in irrigation canal water.



The World Health Organization (WHO), has urged that the practice of reuse should be of quality standard. Ineffective practice of wastewater reuse can constitute major health hazards. For example, people World-wide consuming vegetable crops irrigated with raw or partially treated wastewater were reported that they had been infected with diseases such as Cholera, Ascaris and Trichuna (UNDP/WB;1991). Also, experience on waste water reuse in Egypt shows that the prevalence of Ascaris egg concentration was significantly higher in those areas (around Port-Said) where vegetable and salad crops were irrigated with raw sewage (UNDP/WP 1991). Effective and appropriate wastewater treatment processes can reduce the health hazards associated with wastewater reuse.

Most of the conventional wastewater treatment systems used for big cities have been designed to remove suspended solids and, the dissolved biodegradable organic fraction. They are not particularly efficient in removing pathogens, unless supplemented by disinfection facilities. Balluz et al (1977) studied the performance of activated sludge plant for removing suspended solids, viruses and other pathogens. The authors stressed on the close relation between viruses and other pathogens removal and the removal of suspended solids. They also emphasized the importance of the subsequent treatment of virus-rich sludge.

## OBJECTIVES

The main objective of the present study is to evaluate the performance of Helwan Wastewater Treatment Plant and the potential use of the produced effluent for land reclamation.

## MATERIALS AND METHODS

The Wastewater Treatment Plant is located in Helwan, approximately 40 km south of Cairo (Figure 1). The plant serves a wide area from Maadi to Tebbin. The sewerage system is designed to accommodate the industrial wastewater.

The Treatment facility is a conventional activated sludge system. Full description of the plant units is shown in Figure (2). A 30 km canal was constructed for transporting of the treated wastewater to land reclamation area. The plant has a design capacity of 350000 m<sup>3</sup>/d. The flow is expected to increase during the next few years to approximately 550000 m<sup>3</sup>/d.

An intensive programme of sampling and analysis of raw wastewater, effluents of each treatment unit, sludge produced and treated water from the irrigation canal was carried out. Physico-chemical analysis and bacteriological examinations of wastewater were conducted according to American Standard Methods

devised by APHA (1992). Analysis of heavy metals were carried out using ICP Model 400.

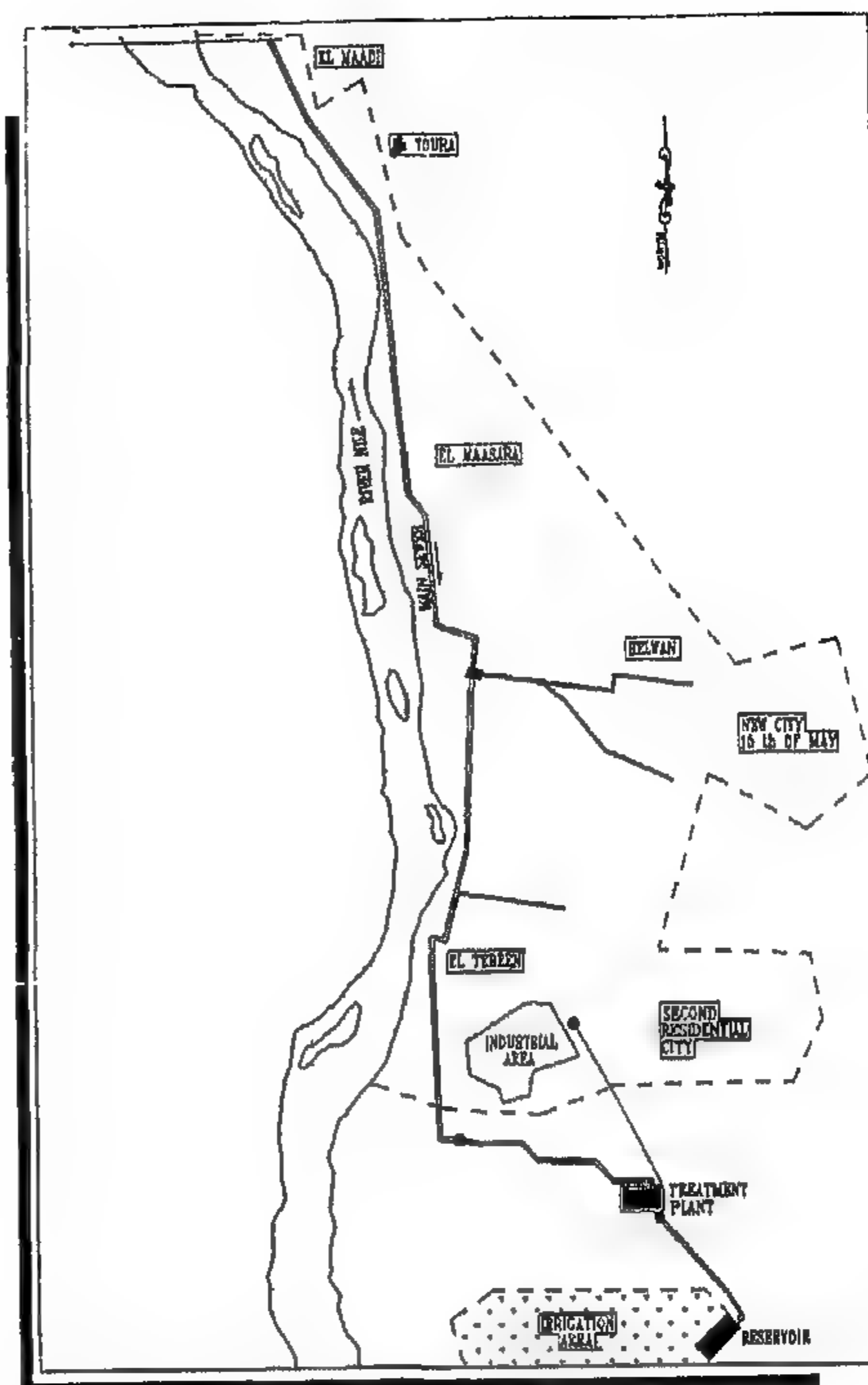
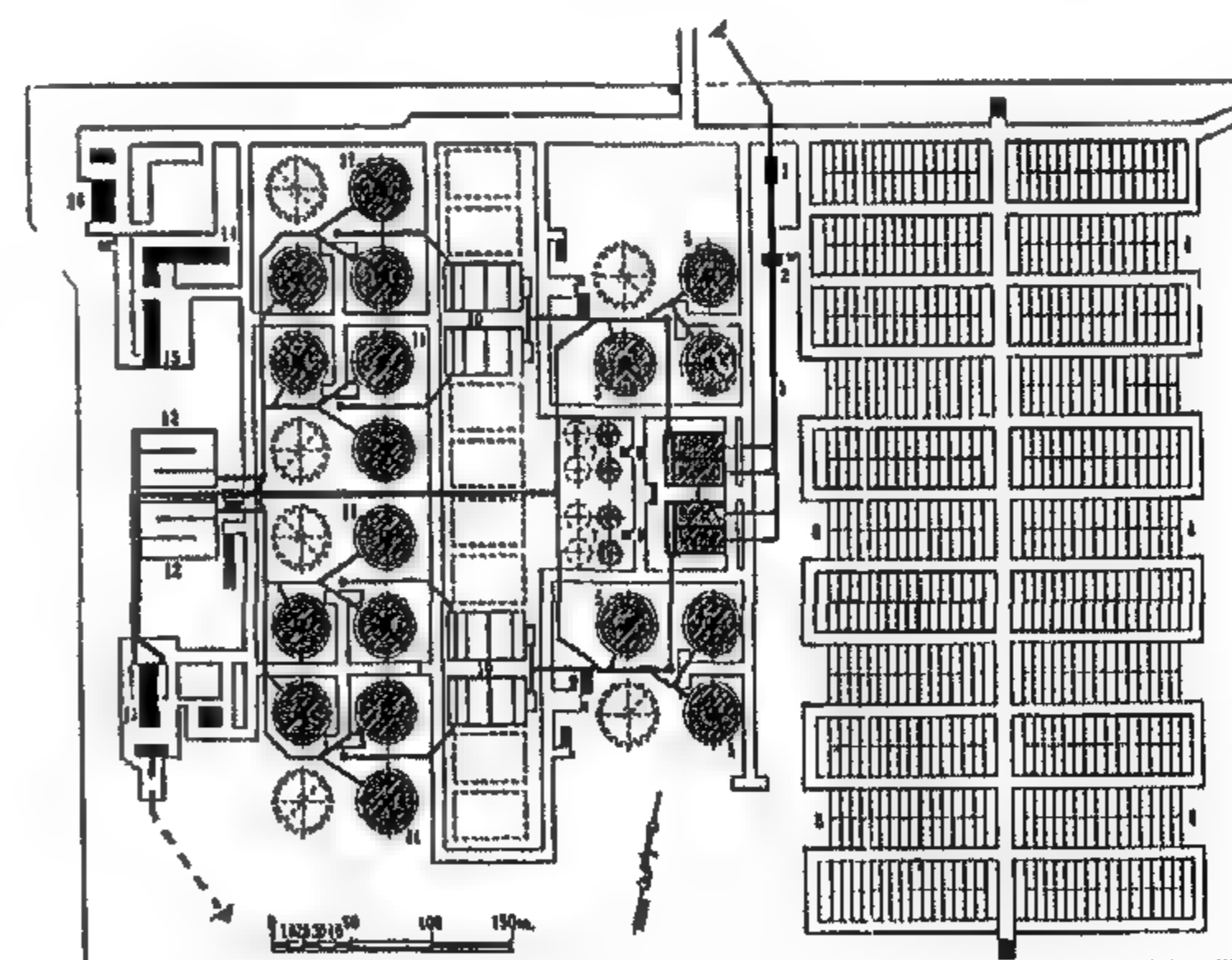


Fig. 1- Helwan sewerage scheme



### Legend:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1- Inlet                      | 9- Return sludge pumping station                |
| 2- Coarse and fine screen     | 10- Activated sludge tanks                      |
| 3- Venturi                    | 11- Final settlement tanks                      |
| 4- Grit chambers              | 12- Chlorination station                        |
| 5- Primary settlement tanks   | 13- Pumping station to El-Saff irrigation canal |
| 6- Raw sludge pumping station | 14- Operations building                         |
| 7- Thickening tanks           | 15- Maintenance building                        |
| 8- Drying beds                | 16- Power station                               |

Fig. 2 - Schematic diagram of Helwan Wastewater Treatment Plant

## PERFORMANCE ASSESSMENT OF WASTEWATER TREATMENT PLANT PRODUCING EFFLUENT FOR IRRIGATION

By

Fatma A. El-Gohary<sup>1</sup>, Fayza A. Nasr<sup>2</sup>, and S. El-Hawaary<sup>3</sup>

### ABSTRACT

A conventional activated sludge treatment facility was the subject of this study. The treated effluent is used for land reclamation. The assessment was directed to determine the characteristics of the raw wastewater, the quality of the treated effluent and the efficiency of the various treatment units. Furthermore, water quality along the irrigation canal was monitored. The assessment of the quality of treated effluent for irrigation is based on the guidelines established by World Health Organization (WHO), 1989 and the Egyptian decree 9/89 for the use of wastewater in agriculture.

The results of the study indicated that the concentration of raw wastewater is considered moderate. Mean values of COD, BOD and TSS were around 250, 102 and 142 mg/L, respectively. This is attributed to the high quantities of wastewater from industrial sources. The overall efficiency of the treatment facility was good. Average residual COD, BOD and TSS were 25, 8 and 21 mg/l and the corresponding percentage removal values were 90%, 92% and 85%, respectively. Maximum percentage removal of oil and grease was 84% with a mean residual concentration of 24 mg/L. Total viable count (22°C, 37°C), faecal coliform and faecal streptococci, were reduced by 99.9% compared to only 99.5% for Salmonella. Bacteriological examination of the dried sludge indicated a reduction of 9 logs of faecal coliform and faecal streptococci, as compared to thickened sludge. Analysis of Ni, Cu, Pb and Cr in the dried sludge indicated that their concentrations are within the permissible limits. Zinc exceeded the consent standards by 50%.

Results of the analyses of samples collected at the beginning of the irrigation canal indicated insignificant changes from the characteristics of the final effluent. Samples collected at a distance of 2 km along the irrigation canal showed an average reduction in COD and BOD of 28.6% and 47%, which could be attributed to sedimentation and/or self-purification effect. An increase of the total nitrogen, total phosphorus and total viable count has been recorded, which could be due to seepage from the agricultural land. From the available data it is evident that the treated wastewater could be used for restricted irrigation. The design and implementation of a monitoring programme is recommended.

### INTRODUCTION

Large land areas of the Mediterranean Region Countries are uncultivated because of shortage of irrigation water. Under the present circumstances of rather limited development in the agricultural sector and fairly high rate of population increase, the rate of increase in demand for food is exceeding the rate of increase in agriculture. As a substitute of fresh water in irrigation, wastewater effluent has an important role to play in water resources management. By reserving freshwater resources for potable water supply and other priority uses, treatment of wastewater for reuse contributes to water conservation and has certain economic and environmental advantages.

Wastewater reuse for irrigation is not new. Paris, for example, had sewage farms as early as 1868. The use of sewage effluent for irrigation of governmental farm (1200 ha) in Egypt, has been implemented since 1915. A survey of current wastewater reuse practices in developing countries carried out by the World Bank-UNDP programme has estimated that some 80 percent of the wastewater flow from urban areas in developing countries is currently used for permanent or seasonal irrigation (UNDP/WP, 1990). The Survey revealed that untreated or partially treated wastewater carried the full range of faecally excreted human pathogens including helminth, bacteria and viruses.

1. Prof. & Head of Environmental Science Division

2. Associate Professor

3. Professor

Water Pollution Control Department, National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.



## CONCLUSION

The results of visbreaking of Morgan waxy distillate lead to the following conclusions:

- 1- Thermal cracking may be a successful means for pour point depression provided that the working conditions are mild enough.
- 2- Reaction temperature of 400 °C and a contact time of 5 minutes was found to be good enough for reducing

the pour point of Morgan waxy distillate fraction from 29 to 22 °C.

- 3- Thermal cracking of fuel oil A at 400 °C, and 15 minutes contact time lowered its pour point from 32 °C to 21 °C.
- 4- The pour point of fuel oil B was lowered from 42 to 14 °C when it was thermally cracked at 350 °C reaction temperature and 15 minutes contact time.

## REFERENCES

- 1- Ebeid, F.M., El-Emary, M., and Ismail, N.A., "Seventh Arab Petroleum Congress", Paper No. 47 (C - 3 ), Kuwait, March 16th- 22nd (1970).
- 2- Ebeid, F.M., El - Emary, M., and Ismail, N.A., " Trans. Egypt. Soc. Chem. Eng.", 4(2), 1 (1978).
- 3- Habib, R.M., El - Emary, M., and El - Mergawy, S.A., " Egypt. J. Chem.", " 18, 267 (1975).
- 4- Habib , R.M., El - Emary , M., Barakat, Y., and Ebeid, F.M., " Trans Egypt. Soc. Chem. Eng.", 10(2), (VI. 29 ), 835 (1984).
- 5- Habib, R.M., El-Emary, M., Barakat , Y., and Ebeid, F.M., "Trans. Egypt. Soc. Chem..Eng.", 10 (2) , ( VI. 28 ), 819 ( 1984 ) .
- 6- Castellanos, J., Cano, J.L., del Rosal. R., Briones , V.M., and Mancilla , R.L., Oil & Gas J., 89 (11), 76 (1991).
- 7- Trauth, D.M., Yasar, M., Neurock , M., Nigam , A., Klein , M.T., and Kukes, S.G., " Fuel Sci. and Tech. Intl", 10 (7 , 1161 ( 1992 ).
- 8- Dente, M. and Bozzano, G., Proc 1 st Conf . on Chem Proc . Engineering, Florence, May 13 - 15 (1993 ).
- 9- Del Bianco, A., Panariti, N., Belatrame , P.L. and Carniti, P., Fuel. 72 (1), 75 (1993)
- 10- Di Carlo. S. and Janis, B., "Chem, Eng. Sci.", 47(9 - 11), 2695 (1992).
- 11- Rankel, L.A. and Dabkowski, M.J., "Fuel Sci. and Tech. Intl.", 10 (7), 119 (1992).
- 12- Kapoor, M.P., Kothiyal, V. and Singh, I.D., Ibid., 11 (7), 975(1993).
- 13- Zerlia, T. and pinelli, G., "Fuel", 72 (8), 1109 (1993).
- 14- Hus, M., Oil& Gas J., 79(15), 109 (1981).
- 15- Bakshi, A.S., and Lutz, I.H., Ibid., 84 (7), 52 (1986).
- 16- Washimi, K, and Limmer, H., " Hydrocarbon Proc.", 68 (9), 69 (1989 ).
- 17- Di Carlo, S., Janis, B., and Migleorati, P., A.C.S. Preprints, Div. of Petrol. Chem., 40(4), 730 (1995).
- 18- Amer. Soc. for Testing Materials, A.S.T.M. " Standards on Petroleum Products", D 96 - 87, 59 (1991).
- 19- Ibid, D 445 - 88, 170 (1991).
- 20- Ibid., D 2502 - 87, 206 (1991).
- 21- Zimmerscied, W.J., Dinerstein, R.A., Westkamp, A.W. and Roberts, F.M., "Ind. Eng. Chem.", 42, 1330 (1950).
- 22- Amer. Soc. for Testing Masterials, A.S.T.M. " Standards on Petroleum Products " D 1747 - 89 682 (1991 )
- 23- Stubbs, F.J. and Hinshelwood, C.N., "Discussions Faraday Society", 10, 129 (1951).
- 24- Sachanen, A.N., " Conversion of Petroleum", 2nd Ed., Reinold, New York, P. 1 - 123, 182 - 249, 266 - 305 (1948).
- 25- Ibid., P. 66 - 67 (1948).
- 26- Ibid., P. 69 (1948).
- 27 - Ibid., P. 81 (1948).

On the other hand, the pour points of cut IV increase with increasing reaction temperatures, especially at longer contact times.

As revealed from Fig.3, the pour point of cut IV increases to 34 °C at 450 °C reaction temperature and 25 minutes contact time.

The feed stock contains appreciable quantities of aromatic hydrocarbons (39.6% by wt.), of which 20.2% by wt, are bicyclic aromatics. In addition, further concentrations of aromatics are formed during thermal cracking as a result of dehydrogenation of naphthenes (26). These aromatics, especially the bicyclic and polycyclic types, are readily condensed under cracking conditions (27) with the formation of highly condensed polycyclic aromatics which may be condensed further yielding residues. It appears that cut IV contains varying proportions of these highly condensed aromatic hydrocarbons which have higher pour points than those originally present in the feed.

It is evident therefore, that thermal cracking is a successful means for pour point depression of the investigated Morgan waxy distillate fraction provided that the thermal cracking conditions employed are mild such as a reaction temperature of 400 °C and a contact time of 5 minutes. These experimental conditions are good enough to reduce the pour point of the reaction product to 22 °C, with a yield of gases of 6.5% by wt. of charge.

### Thermal Cracking of Morgan Fuel Oil

Based on viscosity of fuel oil, two types can be obtained by topping Morgan curde oil. Fuel oil A with a Red wood viscosity I about 2000 seconds at 37.8 °C or fuel oil B with a higher viscosity.

The specifications of the two types of fuel oil which are presented in Table VIII reveal the high pour points of 32 °C and 42 °C, for fuel oils A and B, respectively.

Table 8 - Specifications of Morgan Fuel Oil.

	Fuel Oil (A)	Fuel Oil (B)
Specific gravity, 70/70°C	0.9201	0.9231
Pour point, °C	32	42
Flash point, °C	165	192
Viscosity Red. I at 37.8°C, sec.	2130	>2500
Viscosity Red. I at 50°C, sec.	951	1018

The effect of thermal cracking, under mild conditions on the pour points of those fuel oils has been investigated. Several cracking temperatures have been studied at 15 minutes contact time and a pressure of 3kg/cm<sup>2</sup>. The specifications of the cracked products are presented in Table IX for fuel oil A and in Table X for fuel oil B.

Table 9 - Thermal cracking of Morgan Fuel oil (A)

Experiment No.	17	18	19	20
Reaction temperature, °C	300	350	400	425
Yield, wt% of charge	74	70	56	51
Specific gravity, 70/70°C	0.9198	0.9133	0.9116	0.9010
pour point, °C	24	23	21	18
Flash point, °C	108	92	82	56
Viscosity Red. I at 37.8°C, sec.	738	310	238	205
Viscosity Red. I at 50°C, sec.	328	256	148	132

Table 10 - Thermal Cracking of Morgan Fuel oil (B)

Experiment No.	21	22	23
Reaction temperature, °C	350	375	400
Yield, wt% of charge	68	61	52
Specific gravity, 70/70°C	0.9101	0.9053	0.9038
pour point, °C	14	13	10
Flash point, °C	68	61	52
Viscosity, Red. I, at 37.8°C, sec.	268	242	186
Viscosity, Red. I, at 50°C, sec.	147	115	92

Data in Table IX shows that the yields of cracked products obtained range from 74% by wt of charge at 300 °C to 51% by wt of charge at 425°C. The viscosities, and the pour points of the products decrease with the increase of reaction temperature. For example, the Red wood viscosity I at 37.8 °C decreases from 2130 seconds for the feed to values ranging from 738 to 205 seconds at reaction temperatures of 300 °C and 425 °C., respectively. The pour points obtained of 21 °C and 18 °C are satisfactory. However, the flash point of 56 °C (Exp. No. 20) is below the minimum required for the local standard specifications of fuel oil which is 65 °C.

It may be pointed out, therefore, that cracking of fuel oil A at 400 °C yields a product which can meet the required standard specifications of fuel oil.

The analytical data obtained from thermal cracking of fuel oil B, is included in Table x. This data indicates that lower yields of the total cracked products are obtained ranging from 68 to 53% by wt. of charge with increasing of the reaction temperature from 350 °C to 400 °C, respectively. Similar to fuel oil A, cracking of fuel oil B yields products having lower values for specific gravity, pour point, flash point, and viscosity than in the feed. For example, at 350 °C, the product obtained has a specific gravity of 0.9101, pour point of 14 °C, flash point of 68 °C, and Redwood viscosity I at 37.8 °C of 268 seconds. These specifications are within the local standards of fuel oil. Higher reaction temperatures of 375 °C and 400 °C yield products with lower pour points of 13 °C and 10 °C, respectively. Nevertheless, the flash point of these products drop to 61 °C and 52 °C, which are below the minimum value required for fuel oil.



The pour points of cuts II, III, and IV of reaction products at various reaction temperatures and contact times are shown by the data in Table VII which are plotted in Figures 1 - 3.

Table 7 - Effect of reaction temperature on pour points of reaction products at various contact times.

Reaction temperature, °C	contact time, minutes	pour points, °C		
		cut II	cut III	cut IV
350	5	8	18	27
400	5	6	17	27
425	5	4	15	28
450	5	2	13	30
350	10	7	17	28
400	10	5	16	27
425	10	4	14	29
450	10	2	13	31
350	15	7	17	28
400	15	5	15	28
425	15	3	14	29
450	15	0	12	32
350	25	4	15	28
400	25	0	13	29
425	25	-4	12	30
450	25	-8	10	34

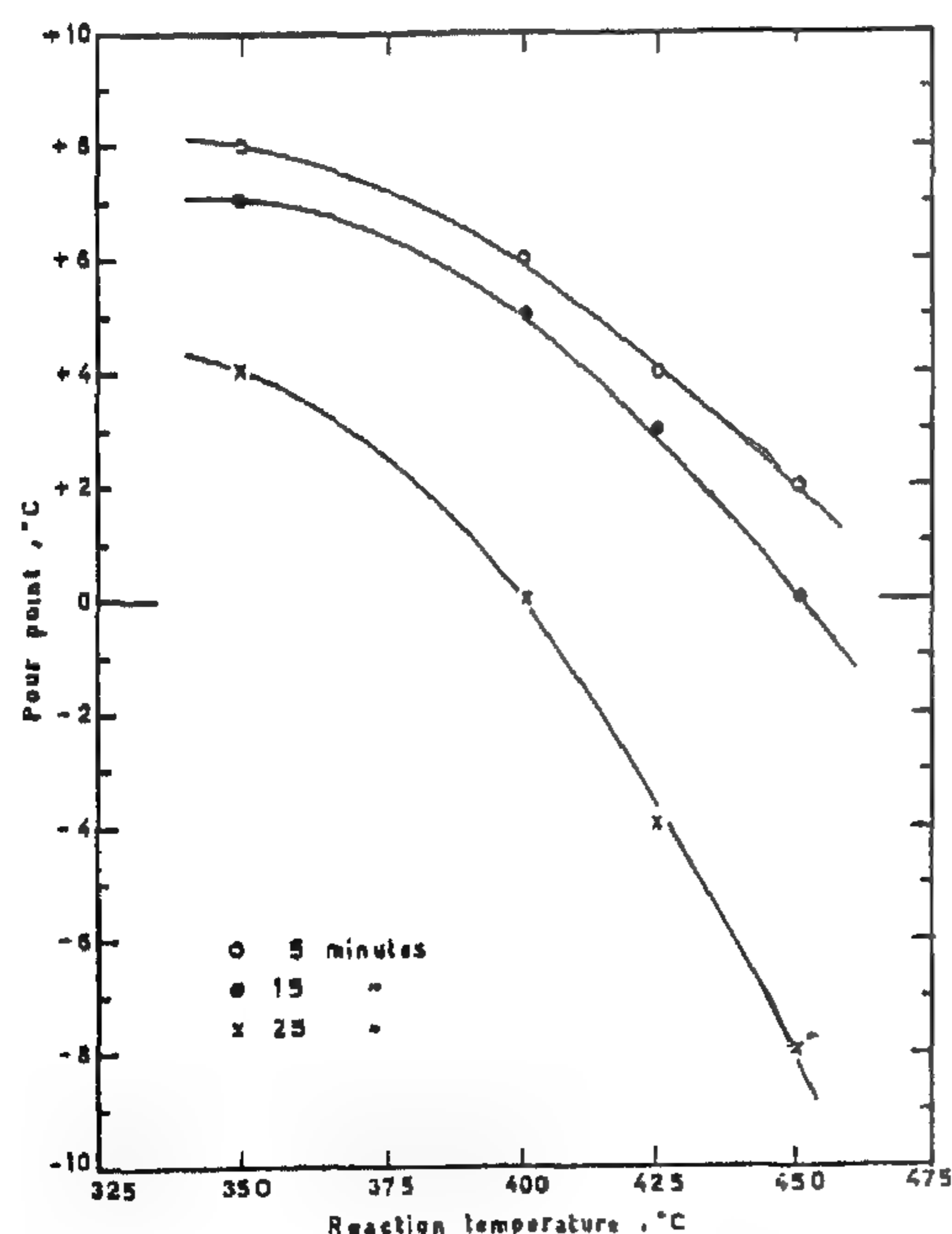


Fig. 1- Effect of reaction temperature on pour point of cut II at various contact times.

This data indicates that the pour points of cuts II and III decrease with increasing reaction temperature at various contact times. As revealed from Figures 1 and 2, this decrease in the pour points is more pronounced at longer contact times. For example, at a reaction

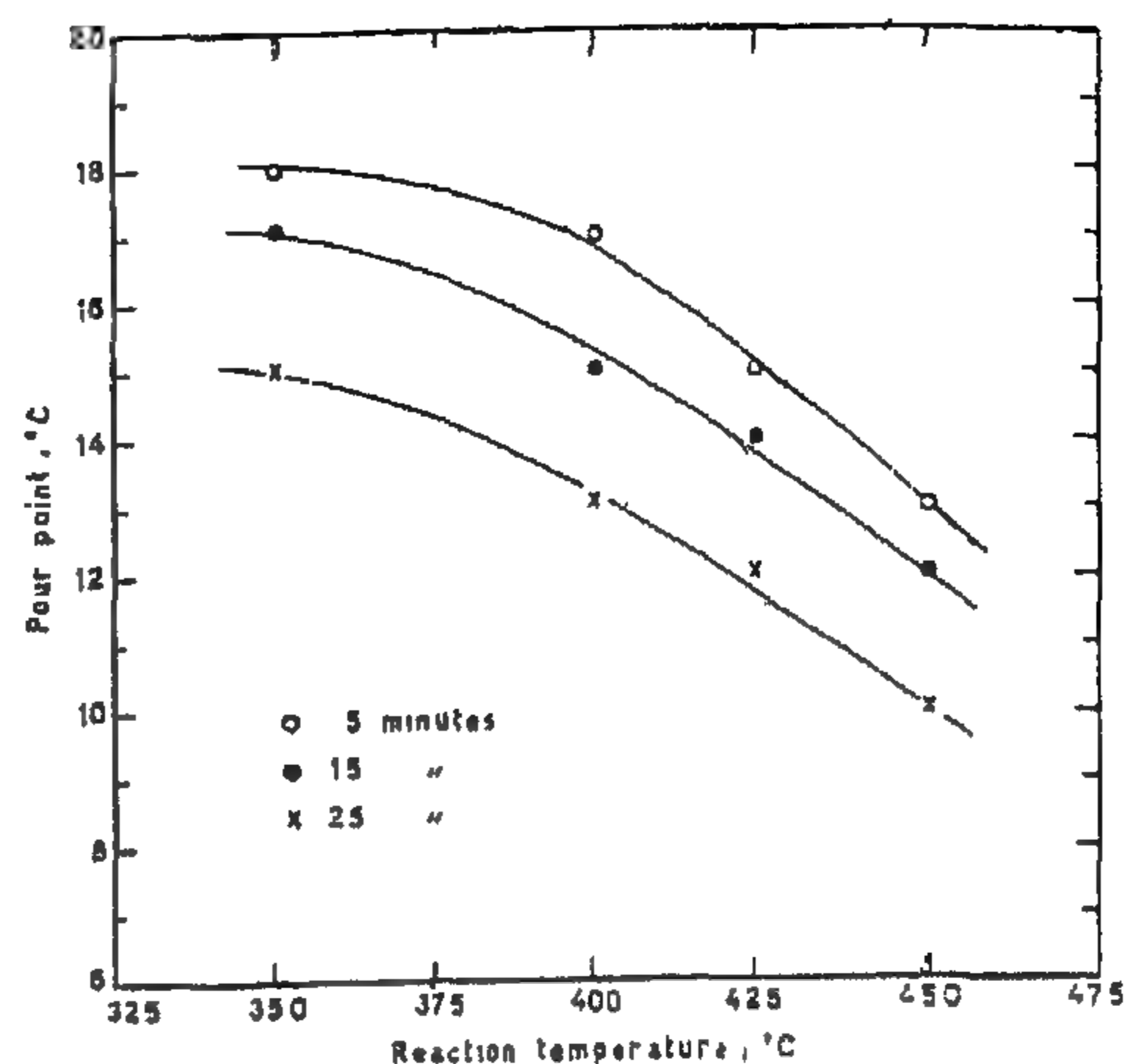


Fig. 2- Effect of reaction temperature on pour point of cut III at various contact times.

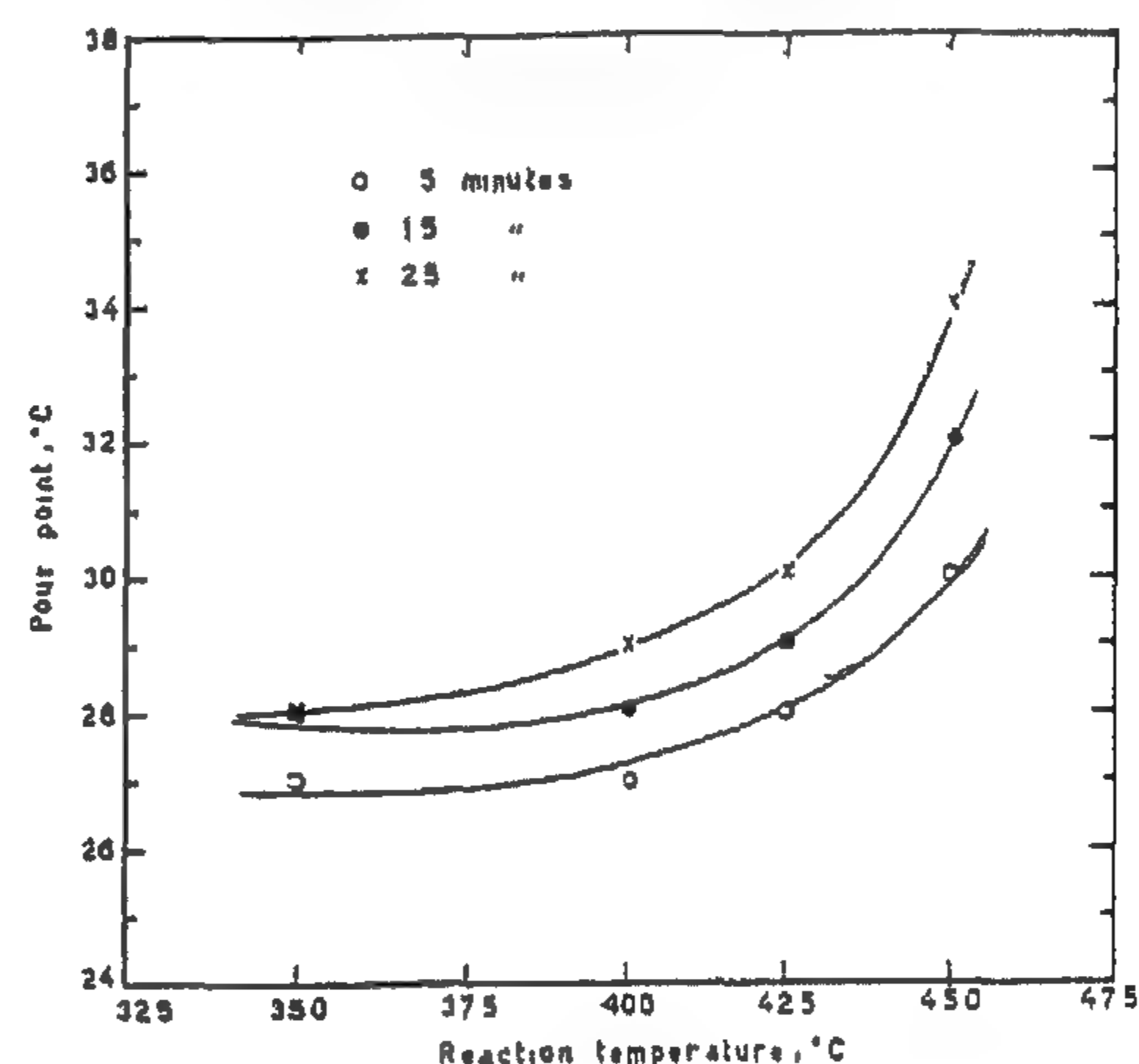


Fig. 3- Effect of reaction temperature on pour point of cut IV at various contact times.

temperature of 450 °C, the pour point of cut II decreases from 2 °C to - 8 °C with the increase of contact time from 5 to 25 minutes.

This decrease in the pour point of cuts II and III may be due to the formation of higher concentrations of lower molecular weight products at severe cracking conditions. These lighter products are mainly formed as a result of cracking of paraffins in addition to dealkylation reaction of naphthenes and aromatics. It has been reported (25) that dealkylation involving the long paraffinic side chains of naphthenes and aromatics is an important reaction which occurs in cracking. These paraffinic side chains split up easily at high reaction temperatures forming naphthenes and aromatics with shorter side chains and lower molecular weight paraffins and olefins having lower pour points.

Table 4 - Effect of variation of reaction temperature at 15 minutes contact time

Experiment No.	9	10	11	12
Reaction temperature	350	400	425	450
Reaction products: -				
Gases, wt% of charge	6.6	9.6	24.8	46.4
Liquid reaction product:				
Yield, wt% of charge	93.4	90.4	75.2	53.6
Specific gravity, 70/70 °C	0.8210	0.8208	0.8085	0.8095
Distillation, °C				
I.b.p.	160	95	82	80
10%	300	291	250	228
20%	348	322	286	262
30%	354	351	312	298
40%	362	359	334	328
50%	374	367	357	352
60%	382	376	372	361
70%	394	388	384	367
80%	430	420	400	398
90%	459	453	422	438
F.b.p.	488	485	479	488
pour point, °C	24	21	20	19
Liquid product distribution, wt% of charge:				
Cut I, b.r. I.b.p. - 275 °C	4.6	6.6	11.3	11.0
Cut II, b.r. 275 - 350 °C	14.1	17.3	22.4	14.9
Cut III, b.r. 350 - 375 °C	29.0	25.1	13.9	11.0
Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p.	45.7	41.4	27.6	16.7

Table 5 - Effect of variation of reaction temperature at 25 minutes contact time

Experiment No.	13	14	15	16
Reaction temperature, °C	350	400	425	450
Reaction products: -				
Gases, wt % of charge	10.4	18.4	34.4	58.0
Liquid reaction product:				
Yield, wt% of charge	89.6	81.6	65.6	42.0
Specific gravity, 70/70 °C	0.8209	0.8205	0.8087	0.0083
Distillation, °C				
I.b.p.	102	98	78	72
10%	296	258	243	220
20%	330	313	278	257
30%	353	346	306	289
40%	361	354	333	314
50%	370	365	351	336
60%	374	376	368	353
70%	385	401	379	368
80%	415	426	412	380
90%	346	451	445	429
F.b.p.	472	473	474	472
pour point, °C	23	20	19	18
Liquid product distribution, wt % of charge:				
Cut I, b.r. I.p.p. - 275 °C	4.8	9.1	11.0	8.8
Cut II, b.r. 275 - 350 °C	15.0	17.6	20.6	13.6
Cut III, b.r. 350 - 375 °C	33.2	23.4	10.6	7.8
Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p.	36.6	31.5	23.4	11.8

Table 6 - Analysis of gases obtained at 25 minutes contact time various reaction temperatures

Experiment No.	13	14	15	16
Reaction temperature, °C	350	400	525	450
Composition, wt% of charge				
Methane	2.0	4.2	6.6	8.4
Ethane + ethylene	2.4	4.8	8.4	12.9
propane	2.7	5.0	6.2	10.3
propylene	1.8	2.2	4.3	8.7
iso - Butane	0.6	0.9	4.1	9.3
n - Butane	0.6	0.9	3.7	7.0
1 - Butene + iso butylene	0.3	0.4	1.1	1.4

Data in Tables II to V shows that high reaction temperatures favour the thermal cracking reaction resulting in lower yields of liquid products. For example, the experimental data in Table II indicates that at 5 minutes contact time, the wt % of charge of liquid products decreases from 95.4 to 66.0% by wt. of charge with the increase of reaction temperature from 350 °C to 450 °C.

The experimental data in Tables II - V also shows that longer contact times at any reaction temperature result in an increased rate of cracking and, therefore, lower yields of liquid products are obtained. Thus, at 450 °C, the yield of liquid products decreases from 66.0% by wt. of charge at 5 minutes contact time to 42.0% by wt. of charge at 25 minutes contact time.

Distillation data of liquid reaction products (Tables II to V) shows, in general, lower values for the initial and mid boiling points, than in the feed. This is due to the formation of low-boiling hydrocarbons as a result of cracking and dealkylation reactions. On the other hand, the final boiling points obtained are higher than in the feed. This may be due to some condensation and polymerization reactions of aromatics and produced olefins which result in the formation of higher molecular weight products.

The pour points of the various reaction products are lower than those of the initial feed (29 °C). As shown by the data in Tables II - V, the pour points of reaction products range from 26 to 18 °C. The pour points decrease with increasing the reaction temperatures and contact times.

It is apparent therefore, that the experimental conditions which favour the thermal cracking and dealkylation reaction result in the formation of low-boiling range products which reduce the pour points of the reaction products. Within the range of the investigated reaction condition, the minimum pour points of the liquid cracked products obtained is 18 °C at 450 °C and 25 minutes contact time.



This fraction has a high pour point of 29 °C. Hydrocarbon-type analysis of the waxy fraction shows a relatively high concentration of normal paraffins of 20.3% by wt. The iso- and cycloparaffins are present in a concentration of 38.8% by wt. The total aromatic content of the fraction constitutes 36.9% by wt. of which the major components are the mononuclear and binuclear aromatics (12.6 and 20.2% by wt, respectively), while the polynuclear aromatics constitute 0.5% by wt.

Thermal cracking of the waxy distillate fraction has been carried out under a pressure of 3 kg/cm<sup>2</sup>. The effect of variation of reaction temperature over a wide range from 350 °C to 450 °C has been investigated at 5, 10, 15, and 25 minutes contact time. The experimental data obtained is presented in Tables II - V. This data shows that the gaseous products considerably increase with the increase of reaction temperature. As for example, at 5 minutes contact time, the yield of gases are 4.6, 6.5, 15.2, and 34.0% by wt of charge at 350 °C, 400 °C, 425 °C, respectively.

Data in Tables II to V indicates also the significant effect of contact time on the yields of gases, especially at higher reaction temperatures. Thus, at 450 °C and with the increase of contact time from 5 to 25 minutes, the yield of gaseous reaction products increases from 34.0 to 58.0 % by wt. of charge, respectively.

Gas chromatographic analysis of samples of the gaseous products of experiments 13-16 has been carried out. The analytical data obtained is presented in Table VI.

As shown by the data in Table VI, the main constituents of the gaseous products are c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, c<sub>3</sub> and c<sub>4</sub>. Hydrocarbons are present in smaller concentrations. It is apparent that thermal cracking reactions are favoured by longer contact times. Those reactions occur with the various types of hydrocarbons and in particular with straight-chain paraffins. This view is supported by the work of Stubbs and Hinshelwood (23) who have shown that, for straight-chain paraffins, the probability of bond rupture, with respect to the location of the carbon-carbon bond, is greater between the first and second carbon atoms. The probability of rupture decreases rapidly as the break occurs further from the end of the molecule. Sachanen (24) also observed that, at low pressure, paraffins thermally decompose to produce predominantly methane and ethane.

At the various investigated reaction temperatures, the analytical data in Table VI reveals also that the yields of saturated gases are higher than the corresponding yields of the unsaturated having the

same number of carbon atoms. For example, at 450 °C, the yields of propane and butanes are 10.3 and 16.3% by wt. of charge, while the yields of propene and butenes are 8.7 and 1.4% by wt. of charge, respectively.

Table 2 - Effect of variation of reaction temperature at 5 minutes contact time.

Experiment No.	1	2	3	4
Reaction temperature, °C	350	400	425	450
Reaction products:				
Gases, wt % of charge	4.6	6.5	15.2	34.0
Liquid reaction product:				
Yield, wt % of charge	95.4	93.5	84.8	66.0
specific gravity, 70/70 °C	0.8226	0.8213	0.8123	0.8069
Distillation, °C				
I.b.p.	185	172	138	132
10%	320	312	271	260
20%	352	346	310	288
30%	361	355	338	312
40%	370	363	349	340
50%	381	372	361	356
60%	403	393	373	367
70%	424	414	395	378
80%	446	436	423	408
90%	463	458	444	440
F.b.p.	471	472	474	470
pour point, °C.	26	22	21	20
Liquid product distribution, wt % of charge:				
Cut I, b.r. I.b.p. - 275 °C	2.6	5.9	10.1	11.1
Cut II, b.r. 275 - 350 °C	12.5	15.7	21.1	15.6
Cut III, b.r. 350 - 375 °C	25.6	27.5	19.0	16.8
Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p.	54.7	44.4	34.6	22.5

Table 3 - Effect of variation of reaction temperature at 10 minutes contact time

Experiment No.	5	6	7	8
Reaction temperature, °C	350	400	425	450
Reaction products :-				
Gases, wt % of charge	5.4	8.8	17.5	42.0
Liquid reaction product:				
Yield, wt % of charge	94.6	91.2	82.5	58.0
specific gravity, 70/70 °C	0.8224	0.8210	0.8089	0.8071
Distillation, °C				
I.b.p.	168	116	98	93
10%	324	303	270	245
20%	352	341	295	276
30%	360	353	318	306
40%	368	361	338	335
50%	375	368	357	353
60%	385	378	372	366
70%	406	396	385	378
80%	428	419	409	402
90%	446	438	432	424
F.b.p.	470	467	472	471
pour point, °C	24	22	20	21
Liquid product distribution, wt% of charge:				
Cut I, b.r. I.b.p. - 275 °C	3.4	6.2	11.3	11.0
Cut II, b.r. 275 - 350 °C	13.7	17.2	22.6	15.1
Cut III, b.r. 350 - 375 °C	28.0	26.0	18.2	13.0
Cut IV, b.r. 375 °C - F.b.p.	49.5	41.8	30.4	18.9



same way using benzene as an eluent to determine the type of aromatics. The refractive index values (22) of 1.48 to 1.54 corresponded to mononuclear aromatics. The refractive indices of 1.54 - 1.58 corresponded to binuclear aromatics, while polynuclear aromatics had refractive indices higher than 1.58.

### Thermal Cracking Of Morgan Petroleum Products

Thermal cracking experiments were carried out in a 1 L high pressure autoclave. A nickel - nickel / chrome thermocouple was connected to a pyrometer used as a temperature controller and indicator device. Reaction temperatures in the range of 300 - 450 °C were studied at 5, 10, 15, and 25 minutes contact time. The build-up pressure was kept constant by releasing the pressure to 3 kg/cm<sup>2</sup> throughout the course of this work.

The waxy distillate fraction (125 g) was charged in the bomb of the autoclave. After adjusting the reaction temperature, shaking was started for the period of the required contact time. At the end of the reaction, the autoclave was left to cool overnight. The gaseous product was released and its volume was recorded.

Individual hydrocarbon analysis of the gaseous products from some experiments was carried out by GLPC using an F&M gas chromatograph, model 1609, with a hydrogen flame ionization detector. The partition column (6 ft.) was packed with diisodecylphthalate (40%) mixed with Celite 545 connected in series with 16 ft. dimethylsulpholane column (40%). The column was operated at 30 °C and the flow rate of the carrier gas nitrogen was 40 ml/min.

The liquid reaction product, after being collected was distilled under vacuum (0.5 mm Hg) into four cuts having the following boiling ranges: I.B.P. - 275 °C (cut I), 275-350 °C (cut II), 350-375 °C (cut III), and 375 °C -F.B.P. (cut IV). Each cut was tested for specific gravity and pour point.

A sample of Morgan fuel oil was topped by distillation under reduced pressure of 0.5 mm Hg. Removing the light ends of the fuel oil, 10 or 30% by volume yielded one of two types of fuel oil: A or B.

On parallel lines, thermal cracking of the two types of fuel oils A and B was carried out as previously described.

The effect of variation of reaction temperature in the range of 300 - 425 °C was examined at 15 minutes contact time and a pressure of 3 kg/cm<sup>2</sup>. The reaction products of the thermal cracking of fuel oil were also tested as before.

## RESULTS AND DISCUSSION

Middle and heavy distillates of Morgan crude oil have high pour points due to the presence of high concentration of paraffin waxes. This problem has stimulated a number of investigations in our laboratory to reduce the pour point of these distillates via the use of natural and synthetic pour point depressants. Resins, asphaltenes, and bitumen (1,2), as well as basic and neutral bis (dialkylphenyl) dithiophosphates (3) have been reported as effective pour point depressants for some middle distillate fuels from local crude oils. In addition, chlorination has been examined as a pathway for pour point depression of waxes and waxy distillates (4,5).

The present investigation deals with another approach to the solution of the above-mentioned problem. A Morgan waxy distillate fraction is thermally cracked, under mild conditions, with the main objective of depressing its pour point. The products of thermal cracking are also studied to explore the nature of the various fractions and gaseous products obtained. On parallel lines, thermal cracking of Morgan fuel oil fractions is carried out.

### Thermal Cracking of Morgan Waxy Distillate Fraction

The specifications and analysis of a 375 - 468 °C fraction of Morgan waxy distillate are presented in Table I.

Table 1- Specifications and hydrocarbon - type analysis of Morgan Waxy Distillate Fraction.

Specific gravity, 70/70 °C	0.8498
Viscosity Red. I at 37.8 °C, sec.	130
Viscosity Red. I at 50 °C, sec	92
Average molecular weight	408
Distillation, °C	
I.P.b.	375
10%	384
20%	387
30%	394
40%	397
50%	410
60%	418
70%	426
80%	450
90%	460
F.b.p.	468
pour point, °C	29
Hydrocarbon - type Analysis, wt %	
Normal paraffins	20.3
Iso - and cycloparaffins	38.8
Mononuclear aromatics	16.2
Binuclear aromatics	20.2
polynuclear aromatics	0.5
Resins	2.8
Loss	1.2



## POUR POINT DEPRESSION OF WAXY DISTILLATE AND FUEL OIL VIA VISBREAKING

By  
R.M. Habib<sup>\*\*</sup>, M. El- Emary<sup>\* \*\*</sup>, Y. Barakat<sup>\*\*</sup>, and F.M. Ebeid<sup>\*\*</sup>

### SUMMARY

A Waxy distillate fraction having a boiling rang of 375 - 468 °C and a pour point of 29 °C is thermally cracked under mild conditions. Reaction temperatures ranging from 350 °C to 450 °C are investigated at 5, 10, 15, and 25 minutes contact times . On parallel lines, fuel oils A and B with pour point of 32 °C and 42 °C respectively are thermally cracked at 300° - 400 °C and a contact time of 15 minutes. All reactions are carried out in a 1 liter autoclave at a pressure of 3 kg/ cm<sup>2</sup>. Data is presented to show that a minimum pour point of 18 °C of waxy distillate is obtained at 450 °C and 25 minutes. The pour point of fuel oils A and B are decreased to 21°C and 14 °C at reaction temperatures of 400 °C and 350 °C . respectively.

### INTRODUCTION

Previous investigations in our laboratory have dealt with the pour point depression of some local petroleum distillates through various approaches including the use of resins and asphaltenes (1,2), metal dithiophosphates (3), and chlorination (4,5).

Visbreaking which is a mild thermal process, is also applied successfully to reduce the pour point and viscosity of heavy petroleum products. Reaction temperatures and residence times are the two main operating variables that govern the extent of conversion in a visbreaking process. Several investigations have been carried out to explore the reaction mechanism (6 - 9) and to control the quality and yield of the valuable reaction products (10-13). Definite advantages of visbreaking are the low investment and operating costs in addition to the relatively simple technology (14- 16). In 1993, visbreaking constituted more than 50% of the worldwide residue processing units (17).

The main objective of the present work is to clarify the role of visbreaking in depressing the high pour points of Morgan waxy distillate and fuel oil products.

### EXPERIMENTAL Morgan Waxy Distillate Fraction Distillation

A sample of Morgan waxy distillate was distilled under reduced pressure of 0.5 mm Hg . The fraction boiling between 375° and 468 °C was collected which represented about 30 per cent by weight of the waxy distillate.

This fraction was tested for specific gravity, pour

point (18), viscosity (19), average molecular weight (20), and distillation rang.

### Hydrocarbon - Type Analysis

The waxy distillate fraction (100 g), dissolved in the least amount of petroleum ether (60-70 °C), was introduced at the top of a chromatographic column (150 cm long and 5 cm diameter), packed with silica gel (28 - 200 mesh). The silica gel was previously activated by heating at 300 °C for 3 hours. Elution was carried out with 3 L of petroleum ether (60-70 °C), then with 2 L of benzene and finally with 1 L of methanol, successively. The saturates were eluted with the petroleum ether and the aromatic hydrocarbons with the benzene. The methanol was used to sweep the column.

The saturated hydrocarbons and the aromatic content present in the waxy distillate fraction were then collected by distilling off the solvents, followed by drying in an oven at 100 °C to a constant weight.

The saturates were treated with urea to determine the straight chain paraffin content (21). The rest was examined by a chromatographic column (130 cm long and 3 cm diameter) packed with silica gel of the same mesh size, using also petroleum ether (60 - 70 °C ) to elute the iso- cycloparaffins and traces of aromatics. The petroleum ether in each 100 cc of the elute was removed by distillation and the residue was weighed and its refractive index was determined. The iso - and cycloparaffins had refractive indices not exceeding 1.48 (22).

The aromatic portion was also examined in the

\* Lecturing at Suez Canal University, Ismaelia, Egypt.

\*\* Egyptian Petroleum Research Institute, Nasr City, Cairo, Egypt .

## REFERENCES

- 1- Bryant, R.S. and Burchfield, T.E., "Review of Microbial Technology for Improving Oil Recovery", *SPE Reservoir Engineering*, May 1989, PP. 151-54.
- 2- Awad, A., "A Laboratory Study of the Microbial Enhanced Oil Recovery", MS Thesis, King Saud University, 1994.
- 3- Desouky, S., "Theoretical and Experimental Studies on Microbial Enhanced Oil Recovery", Ph.D. Thesis Cairo University, 1995.
- 4- Sayyoush, M.H. and Al-Blehed, M., "Using Bacteria to Improve Oil Recovery from Arabian Fields", *Microbial Enhanced Oil Recovery Book*, Edited by Ed. Premuzic, Elsevier, 1993.
- 5- Sayyoush, M.H. and Al-Blehed, M., "Effect of Microorganisms on Solution Interfacial Forces and Phase Variation for MEOR Oil Gas European Magazine, Vol. 3 1994.
- 6- Magot, M. Caumette, P. Desperrier, J.M., Matheron, R., Dauga, C., Grimont F., and Carreau, L., "A Sulfate-reducing Bacterium Isolated from an Oil Producing Well", *Int. J. System Bacterial.*, Nov. 1992.
- 7- Bernard, F.P. and Connan, J., "Indigenous Microorganisms in Connate Water of Many Oil Fields- A New Tool in Exploration and Production Techniques", *SPE* 24811, 1992.
- 8- Russel, H.H. and Grula, M.M.: "Nutritional Aspects of MEOR", Oklahoma State Univ., Stillwater, OK 74078, (405) 624-5768.
- 9- Institute of Petroleum, "Standard Method for Testing Petroleum and Its Products," 1948.
- 10- Abdel -Waly, A.A., Almalik, M.S. and Mahrous, M.F., "Effects of Activating Indigenous Microorganisms on Physical and Interfacial Properties of Oil and water", (to be published).
- 11- Gaudy, A.F. Gaudy, E.T., "Microbiology for Environmental scientists and Engineers", McGraw-Hill Book Co., New York, 1980.
- 12- Premuzic, E.T. and Lin, M.S., "Prospects for Thermophilic Micro-organisms in Microbial Enhanced Oil Recovery", *Proceed., Intl. Conf. on MEOR*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990, PP. 277-95.
- 13- Gaudy, A.F., Obayashi, A., and Gaudy, E.T. "Control of Growth Rate by Initial Substrate concentration at Values Below Maximum Rate," *Applied Microbiology*, 22, 1971, pp. 1941 -47.
- 14- Buffaloe, N.D. and Ferguson, D.V., "Microbiology", Houghton Mifflin Co., Boston, 1981.



As a result of microbial growth, acids and probably carbon dioxide would be produced, some of which would react with the carbonate to increase the pore spaces and to produce more carbon dioxide. Carbon dioxide in the gaseous form would expand producing a microscopic drive mechanism as occurred in the experiments conducted, where the displacement pressure is not high, however, at high reservoir pressure, gases generated from bacterial growth may dissolve with crude oil at reservoir conditions and reduce oil viscosity causing it to swell and consequently improve oil recovery.

To discuss the recovery mechanism in presence of carbonate, two equal volumes of tested nutrient solutions and crude oil were incubated at 25°C for eight days in closed cylinders in presence of 10% by weight ground carbonate. The aqueous phases containing microbial metabolites were withdrawn and interfacial tension between fresh crude oil and these metabolites was measured. Fig. 12 displays a comparison between IFT values in presence and absence of carbonate versus molasses concentration. It is clear from these results that some of carboxylic acids produced by bacteria that played as a biosurfactant in absence of carbonate have been consumed by carbonate to produce carbon dioxide. This decreased the reduction in IFT as shown in Fig. 12 and has given an indication that the biosurfactants produced by bacteria are mainly carboxylic acids. So the driving mechanism in presence of carbonate is related to carbon dioxide production in addition to biosurfactants not reacting with the present carbonate.

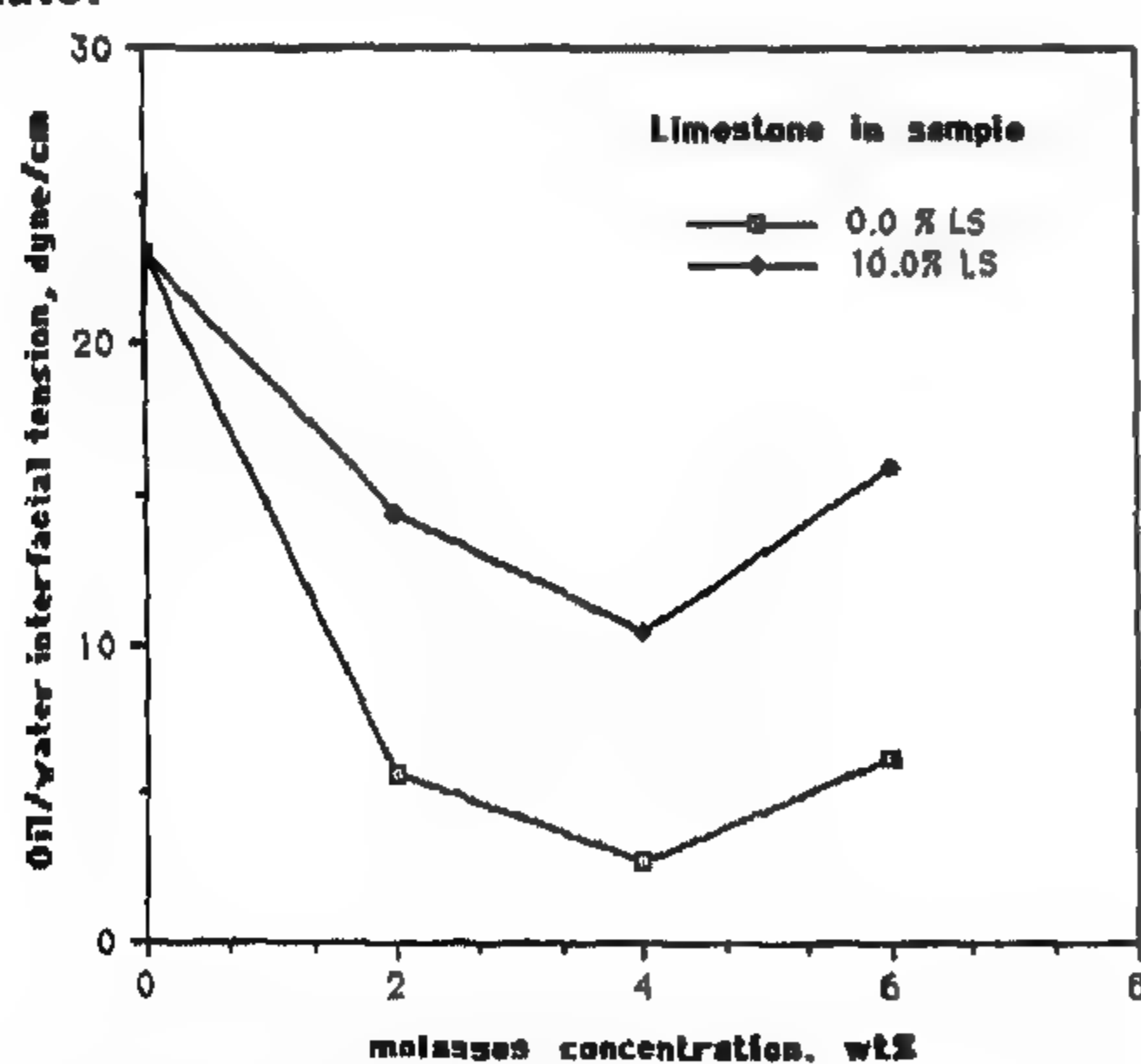


Fig. 12- Effect of limestone on oil/water interfacial tension after incubation at 25 °C.

Another principal effect of carbon dioxide is the rock dissolution as a result of the acid reaction with the carbonate. This may change the rock wettability which affects positively oil recovery.

## CONCLUSION

The following conclusions were derived from this work:

- The bacterial population indigenous in the formation of water and crude oil could be activated by molasses based nutrient to produce biosurfactants, acids, polymers, and gases.
- Nutrient concentration of 4% was the optimum one at which the indigenous microorganisms in the used formation water have given maximal growth and maximal metabolic products, and consequently resulted in higher MEOR.
- The indigenous microbial growth was better at 25°C incubation temperature and this was reflected upon the oil recovery. However, at higher temperature, 60°C, some of thermophiles grow to produce metabolites and enhance oil recovery, but to lesser degree.
- The carbonate provides a buffering capacity for complete fermentation to occur where it neutralizes the acids produced to allow microbial growth to continue.
- The improved displacement efficiency in carbonate free sandpacks was thought to be related to IFT reduction that resulted from low molecular weight fatty acids whereas some of which is considered as anionic surfactant.
- In carbonated sandpacks and as a result of microbial growth, the acids produced react with the carbonate to produce more carbon dioxide. The expansion of carbon dioxide provides a microscopic driving mechanism, This mechanism, in addition to the change that may occur in the rock wettability due to rock dissolution, both were thought to be responsible for the improved oil recovery.
- Other conditions being the same, oil recovery increases with increasing carbonate content. However, carbonate content over 20% had no effect on oil recovery.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author is grateful to the Bahrain National Oil Company for providing crude oil, formation water and carbonate core used in this work.

Thanks also to Engr. M.F. Mahrous, the teaching assistant in Petroleum Engineering Department, and Dr. A. Higgo, the Microbiologist, in the College of Agriculture, K.S. University for their assistance.

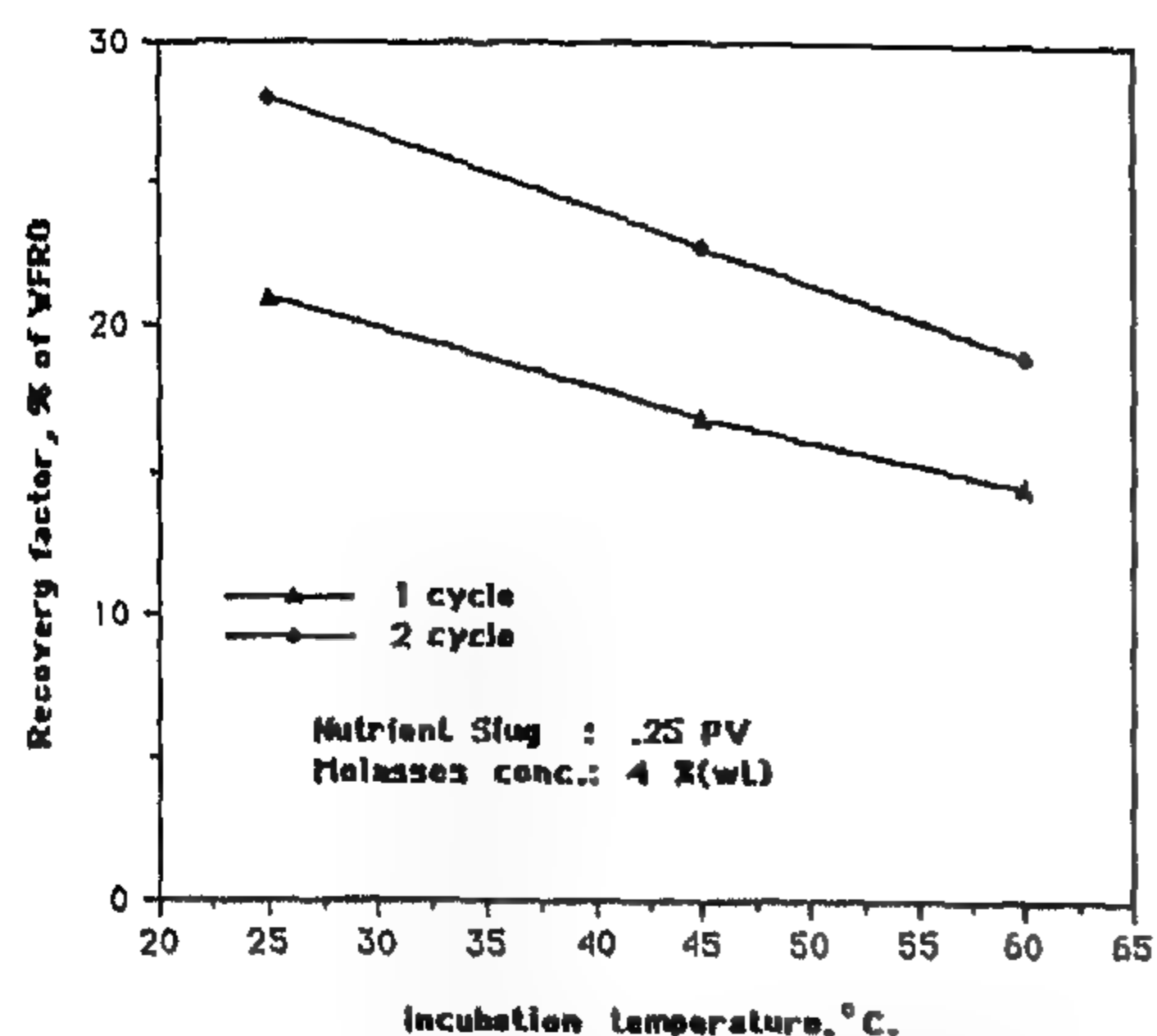


Fig. 8- Recovery factor versus incubation temperatures for one & two nutrition cycles

### 3- Effect of Carbonate Content

Experiments were carried out at 25°C for carbonated sandpacks. A limestone core from the same formation which crude and water were obtained was used in preparing the packs. Before use the core was ground to fine powder and thoroughly mixed with the unconsolidated sand to get a homogenous mixture of all pack constituents, and to ensure that all components of the pack were distributed. The carbonate content in the mixtures were 10, 20, and 30 % by weight. The nutrient used for the tests consisted of 2% by weight molasses and 0.1% ammonium phosphate. Nutrient slug of 0.25 pore volume was injected in the sandpack directly after waterflooding, allowed for incubation for 8 days at 25°C and followed by water injection. The samples produced were collected and left for separation in closed graduated cylinders. After recording the oil produced, the pH for aqueous phase was measured and plotted versus the pore volume injected. Fig. 9 shows the results of displacement experiments. The oil recovery factors after 1.5 pore volumes water have been injected were 11.5, 16.6, 19.1, and 20.2% of the waterflood residual oil for carbonate contents 0.0, 10, 20, and 30 %, respectively. The effect of carbonate content on oil recovery was summarized in Fig. 10. From these figures it is noticed that the oil recovery by indigenous microorganisms was increased from 11.5 to 19.1% as the carbonate increased from zero to 20% by weight in the sandpacks. A slight increase in oil recovery was recorded for carbonate content over 20% (i.e. for 30% carbonate content the oil recovery was 20.2%).

The pH values for the aqueous phase of the samples produced for 0.0, 10, 20, and 30% carbonate content in the sandpacks were shown in Fig. 11. The lowering of pH have been reported for the samples produced from sandpack(0.0% L.S), where the pH was lowered to a minimum value of 4.4 after 0.75 pore volumes of

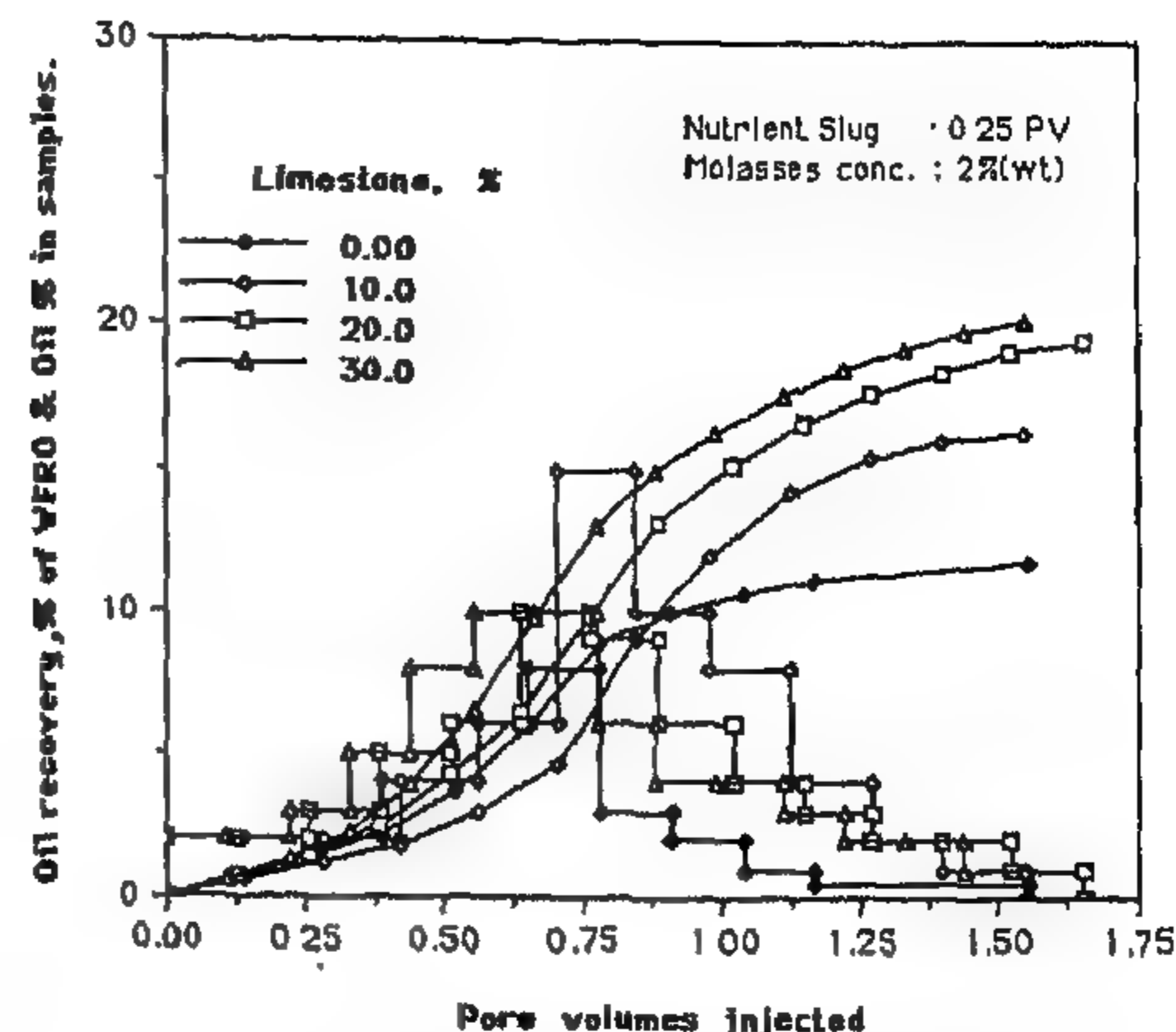


Fig. 9- Effect of limestone percent on oil recovery (one cycle of nutrition at 25 °C. incubation temperature).

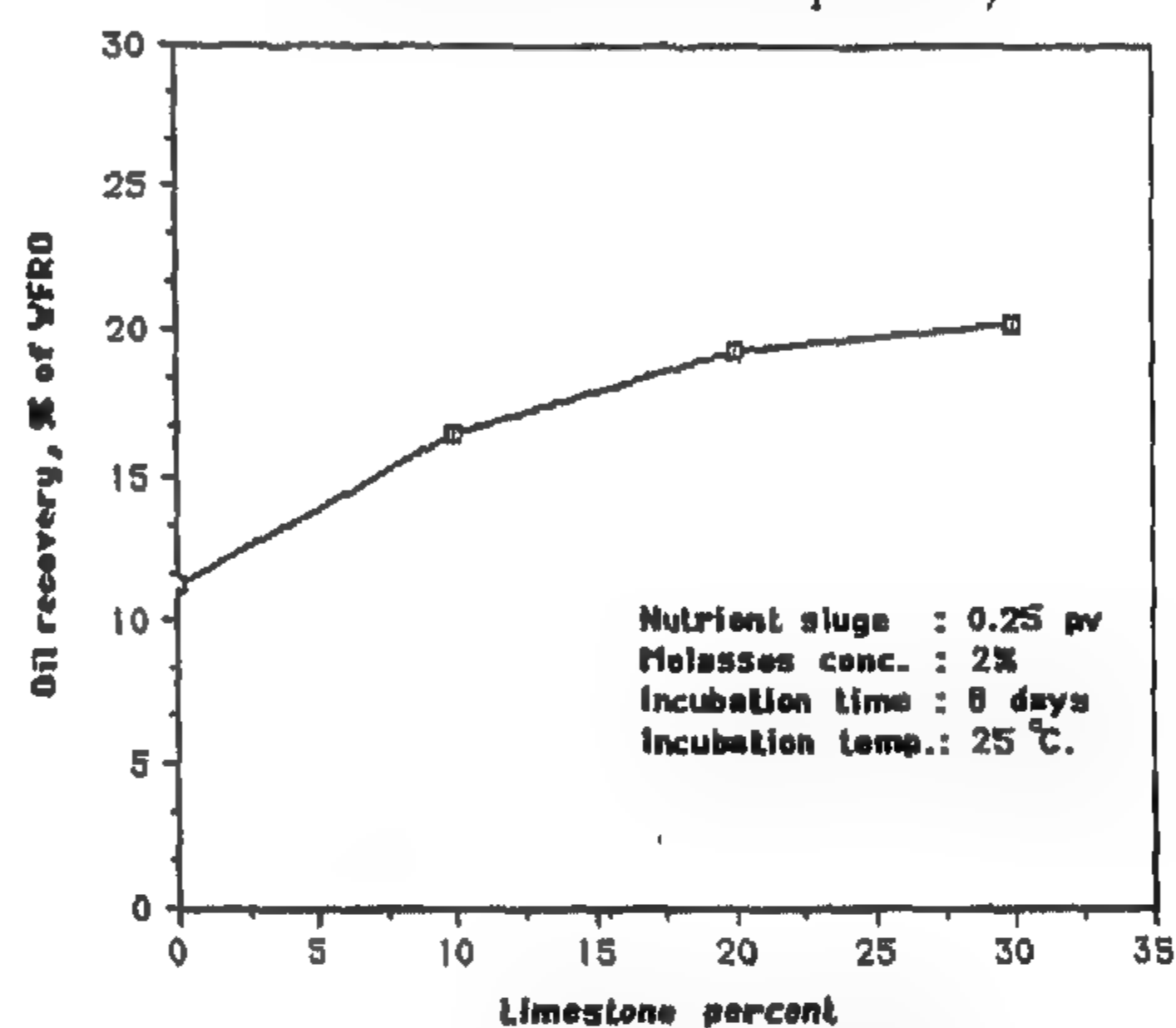


Fig. 10- Effect of limestone percent on oil recovery

sandpack fluids have been displaced and then increased again with more fluids produced. The injected water has displaced the microbial metabolites containing acids with the liquids produced and this explains the behavior of pH curve for sandpack. In cases of carbonated sandpack, it was noticed that the pH for the samples produced were in the range from 6 to 6.5 which is high enough to allow microbial growth to occur. So, the carbonate played an important role as an acid neutralizer and provides a buffering capacity for a complete fermentation for nutrient to occur.

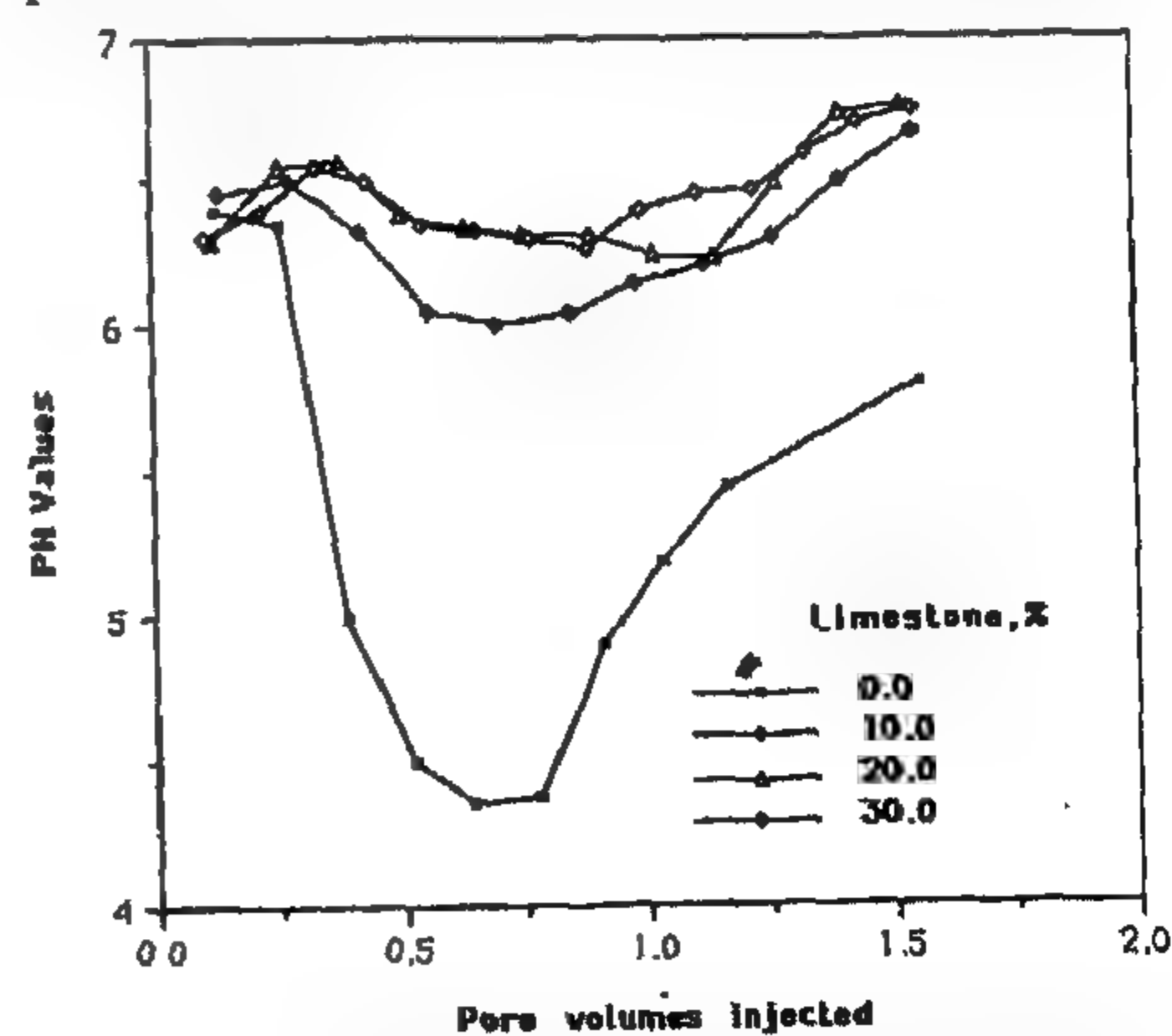


Fig. 11- PH values of aqueous phase in produced samples for different limestone percentages



metabolites. Some types of fatty acids such as carboxylic acid is considered as anionic surfactant. It reduces the interfacial tensions between oil and water. The reduction in interfacial tension between crude oil and water depends upon types and concentrations of salts in aqueous phase. These carboxylic acids or their salts which are considered polar compounds may be adsorbed on the rock surface to change wettability.

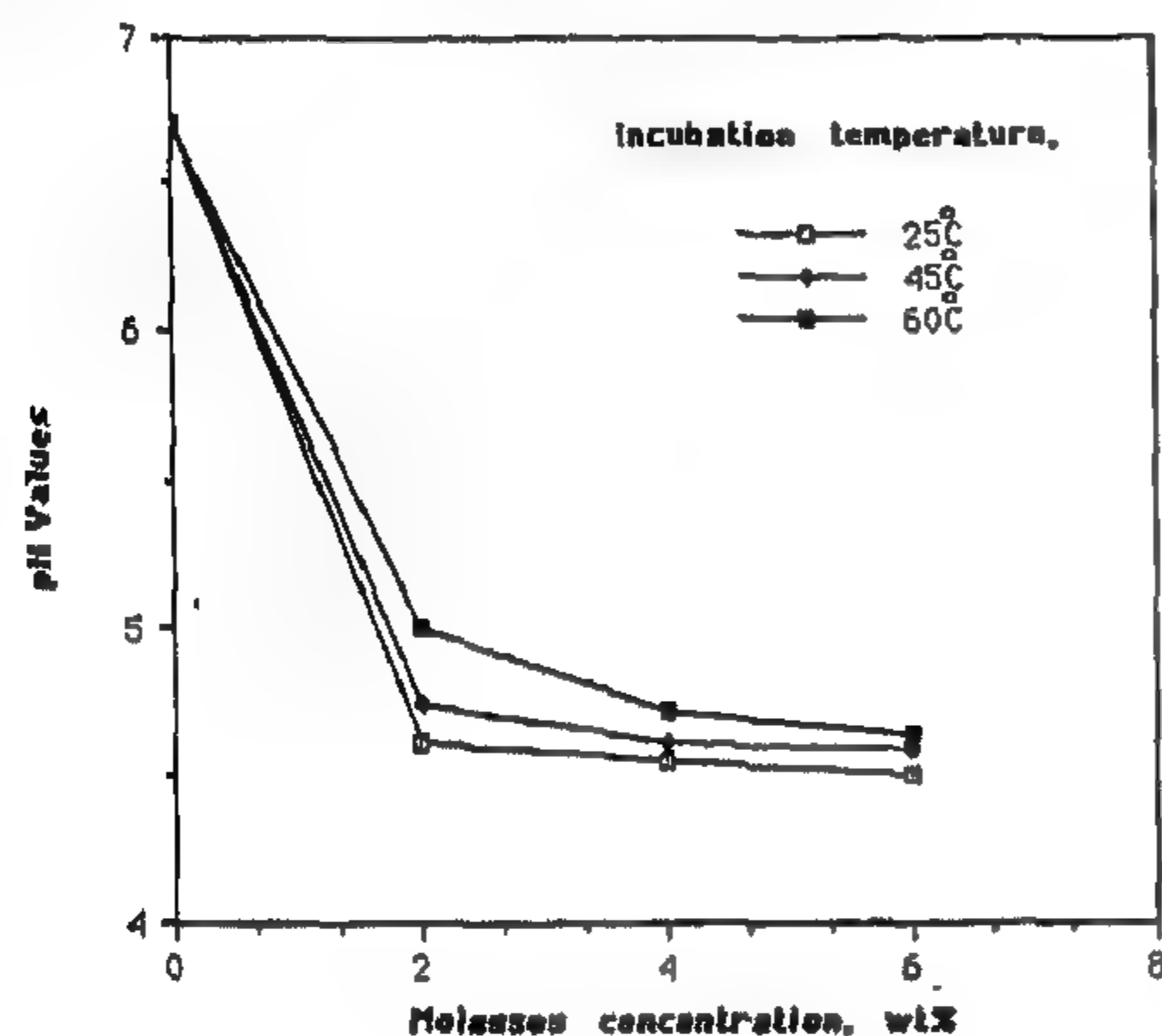


Fig. 5- Effect of molasses concentration on pH values for different incubation temperatures.

Fig. 6 shows the aqueous phase viscosity versus molasses concentration after incubating nutrients with the crude oil at different incubation temperatures. The increase in viscosity from one to 1.35 cp was noticed for used nutrient concentrations at 25°C incubation temperature. This viscosity was lowered at higher incubation temperatures.

Bacteria attracted to rock surface grows upon the injected nutrients and produces biosurfactants, acids, gases and biopolymer. The secreted polymer increases the aqueous phase viscosity to improved sweep efficiency. However, the alcohol which is a microbial metabolite reduces this viscosity.

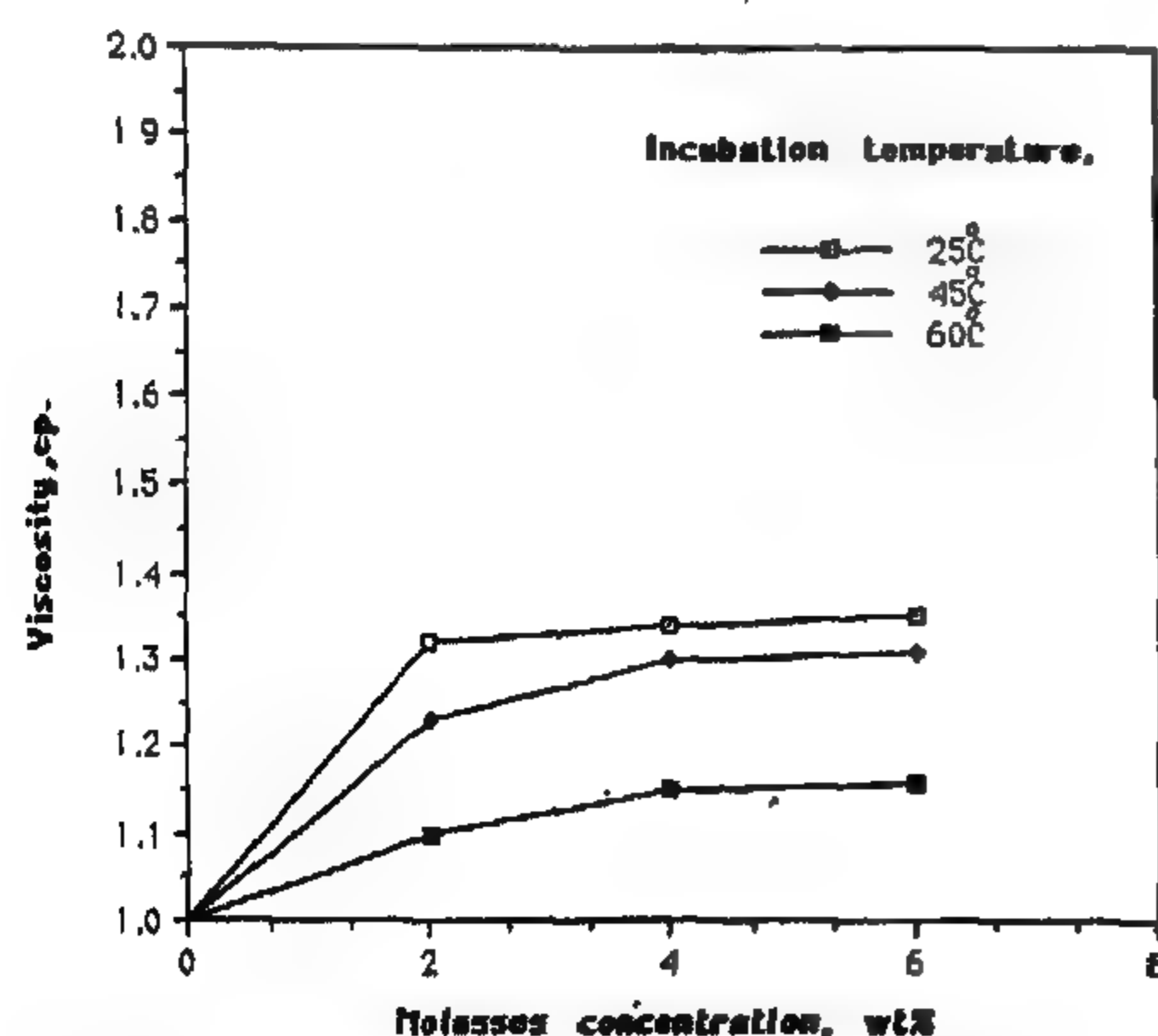


Fig. 6- Effect of molasses concentration on water viscosity for different incubation temperatures

## 2- Effect of Temperature

The sequence of steps that include nutrient injection, incubation, displacement, refeeding, incubation and displacement was conducted at three temperature levels of 25, 45 and 60°C. Fig. 7 shows the production histories and cumulative oil recoveries at these temperatures. The nutrient slugs used were 0.25 PV of 4% by weight molasses concentration. The oil recovery factors per cent from the waterflood residual oil were 28, 22.8, and 19% at incubation temperatures 25, 45, and 60°C, respectively. It is clear that the oil recovery decreases with increasing the incubation temperature.

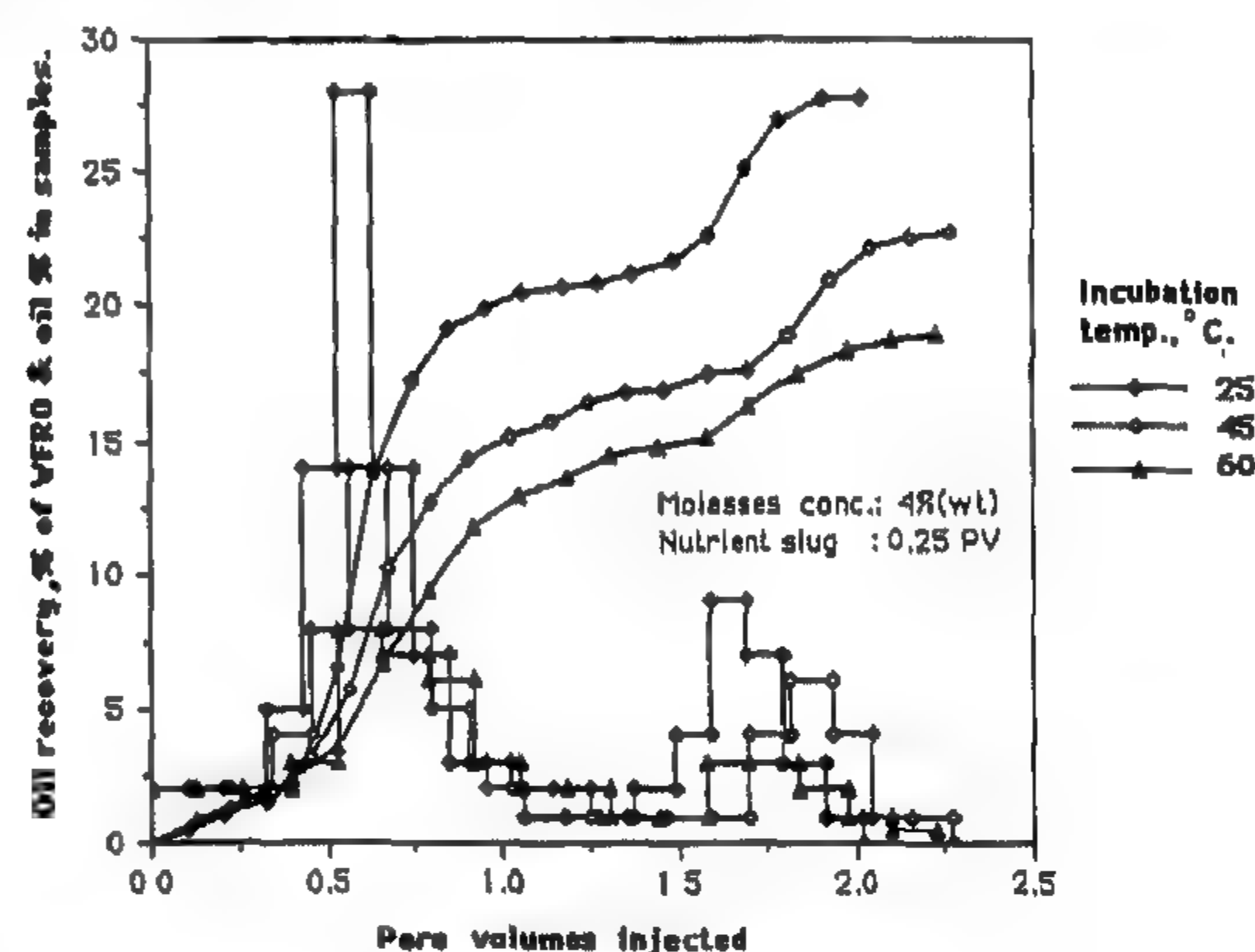


Fig. 7- Effect of incubation temperature on oil recovery, (two cycles of nutrition for sand packed model)

Previous investigations [13] showed that the indigenous bacteria in formation water and oil is characterized by heterogenous microbial populations. Each microorganism in those population has an optimal growth temperature at which the highest rate of reproduction occurs. The optimal growth temperature is defined by the maximal growth rate (shortest generation time). Different microorganisms have different optimal growth temperature. Mesophiles which constitute by far the largest group of bacteria grow at temperature ranging from 20 to 50°C, while thermophiles grow at temperatures ranging from 40 to 90°C [14]. The maximal growth rates reflect on the microbial metabolites which in turn resulted in the organic acids and biosurfactants that reduce the oil/water interfacial tensions and decrease the pH value as shown in Figs. 4 and 5. This behavior was directly correlated with the results obtained in Fig. 7, where at higher temperature, 60°C, some of bacterial populations grow and its metabolites affect positively upon the oil recovery. Fig. 8 presents the variation in recovery factor with the incubation temperature for one and two cycles of nutrition.

6% molasses concentration. When using 4% molasses concentration the oil recovery was 20% higher than that in the base run (0.0% molasses concentration)

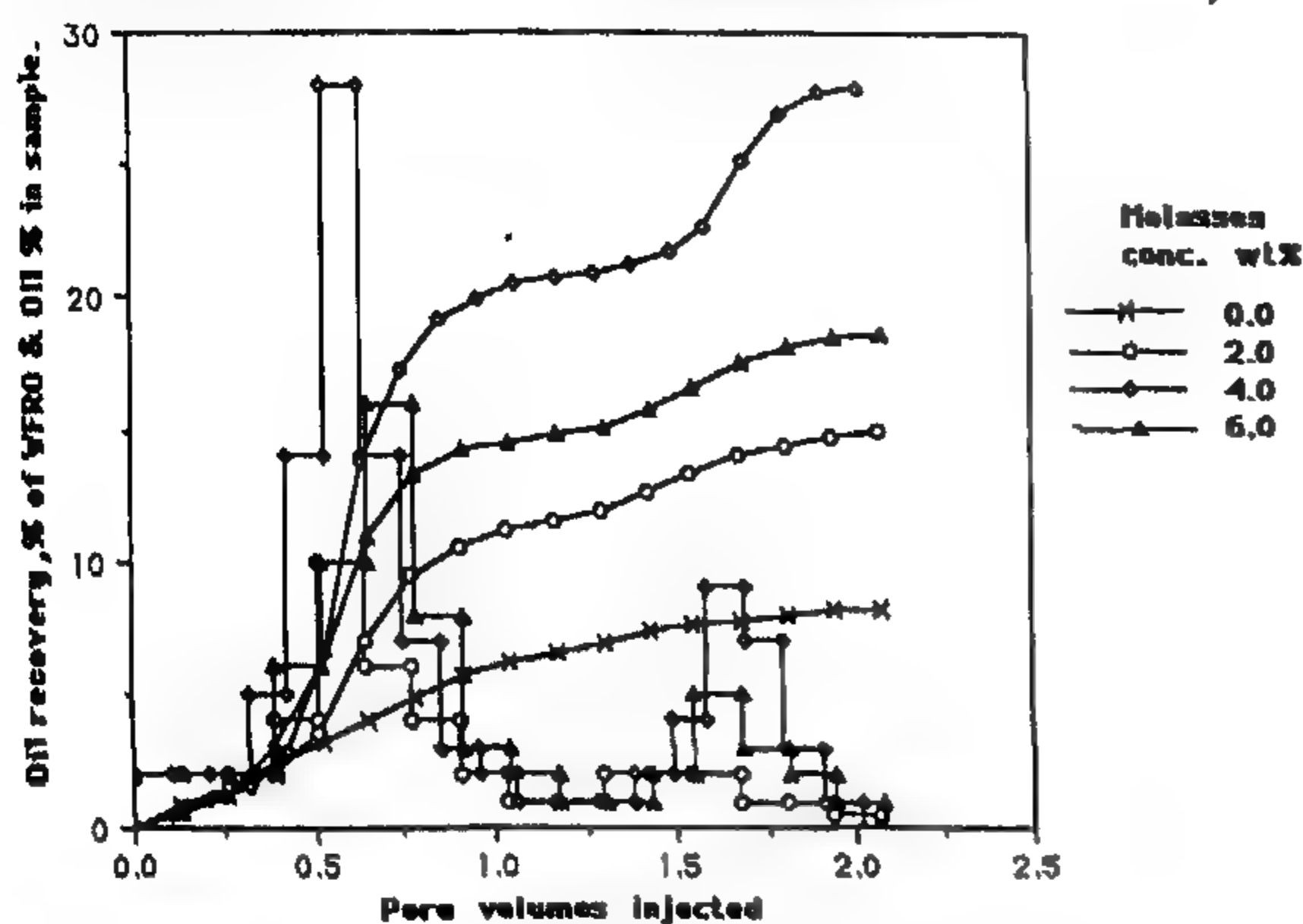


Fig. 2- Effect of molasses concentration on oil recovery (two cycles of nutrition at 25 °C. incubation temperature)

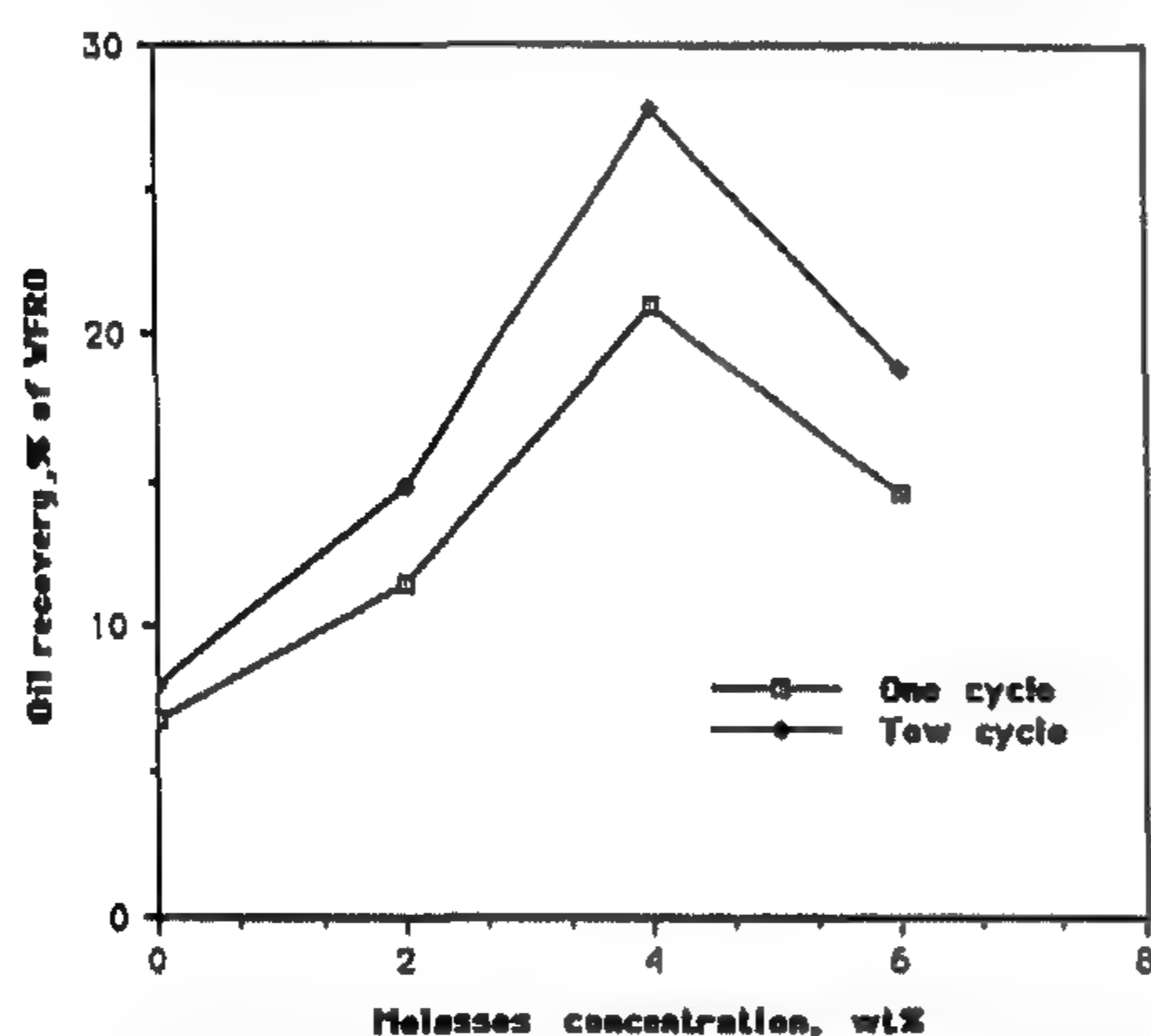


Fig. 3- Oil recovery after first and second nutrition cycles for different molasses concentration at 25 °C. incubation temperature)

It can be seen from the experiments that nutrition of indigenous microorganisms recover more oil from waterflooded sandpacked model than displacement without nutrition. These results may be related to the reduction in interfacial tension between aqueous phase and crude oil, (Fig. 4). The interfacial tension (IFT) values between crude oil and medium containing microbial metabolites are plotted versus molasses concentration for incubation temperatures 25, 45 and 60°C. It is clear from figure 4 that the interfacial tension values were reduced with increasing nutrient concentration and reached a minimum at 4% by weight molasses concentration. IFT was lowered from 23 dyne/cm for oil/brine system to about 3.0 dyne/cm for oil-medium containing microbial metabolites for incubation temperature 25°C. This IFT behavior is thought to be the main reason for the increase in oil recovery due to the improvement in displacement efficiency.

The growth in-situ of indigenous bacteria requires injection of nutrient medium into the formation. The

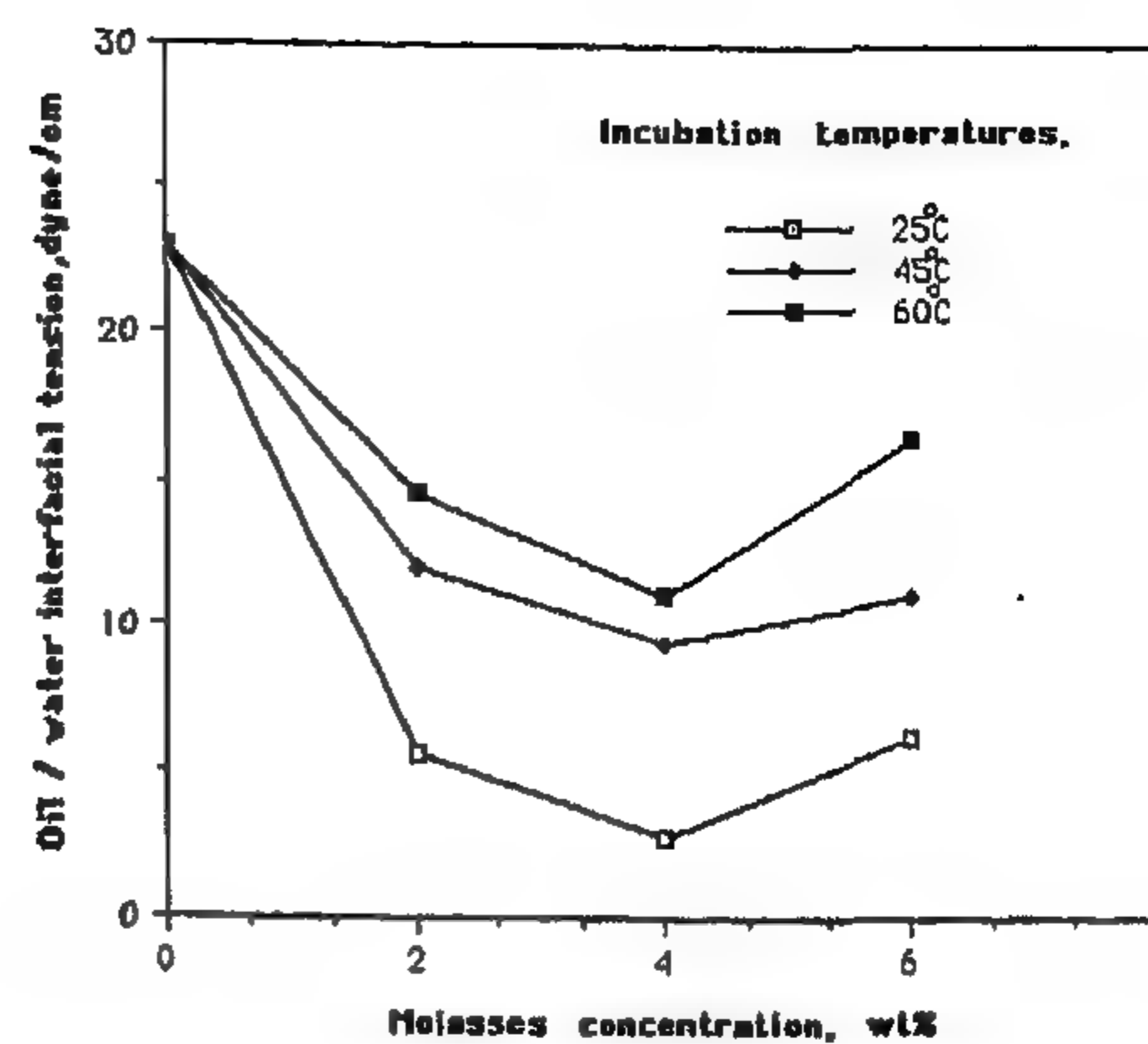


Fig. 4- Effect of molasses concentration on oil /water interfacial tension for different incubation temperatures

nutrient medium should consist of those growth factors necessary for the production of biosurfactants in sufficient quantities to facilitate the movement of oil from reservoir rock. The nutrient medium concentration should be selected such that, completely utilized at the end of microbial fermentation. Growth of bacteria results from assimilation of those nutrient materials to increase the number of bacterial cells. Previous investigators [11] found a relationship between bacterial growth and nutrient concentration. Their results showed a peak of bacterial concentration at a minimum consumption of nutrient. There are many reasons that bacteria do not grow indefinitely, including exhaustion of nutrients, crowding, growth-induced changes in chemical environment and production of toxic substances [11]. In the present study the 4% by weight molasses is considered to be the optimum concentration at which microorganisms have given a maximal growth and maximal metabolic products. Increasing nutrient concentration beyond 4% may restrict assimilation of nutrient material.

Fig. 5 shows the variation of the pH-values versus molasses concentration after incubation with crude oil at different incubation temperatures. The pH-value was decreased from 6.8 at 0.0% molasses concentration to about 4.5 at molasses concentration 4% by weight for 25°C incubation temperature. The minimum pH-value slightly increased as the incubation temperature was increased. The lowering of the pH is a result of microbial growth. Microbial growth can cause the lowering of the pH either from respiratory metabolism or from production of acids. Bacteria produce metabolic products such as low molecular weight fatty acids. The previous studies by Premuzic and Lin [12] showed that lactic, carboxylic, propionic and isobutyric acids were present in the aqueous phase as a microbial



producer to prevent fine grains movement. A vacuum pump was used to evacuate the model and connections before the start of every experiment. Four stainless-steel tanks were used for oil, formation water, displacement water, and nutrient slug. A pressurized nitrogen cylinder was used to provide the necessary pressure to inject any of the different liquids into the model. The pressure at the inlet of the model was measured by a pressure gauge. An incubation assembly consists of an electric heating taps and adjustable thermostat was used to control the incubation temperature.

The sandpack was evacuated then saturated with formation water. From the volume of the water used for the saturation process the pore volume and effective porosity were calculated. In all sets of displacement experiments, the effective porosity of the packed model was in the range from 35 to 36 percent. Absolute permeability was obtained by circulation formation water through the sandpack and measuring the flow rate of water at a given pressure drop across the sandpack. The absolute permeability for sandpack was in the range of 3.5 darcies. This range was differed when ground limestone was added to sand mixture. The model was then saturated with crude oil by continuous injection of oil until the water cut in the effluent was less than 1 %. At this moment, the initial saturation conditions of the reservoir were supposed to be achieved and a brine of 20000 ppm NaCl salinity was used for waterflooding stage. The brine injection was continued until the oil cut in the produced samples was less than 2%. The oil recovered by waterflooding was calculated and subtracted from the initial oil in place to find the volume of oil remained. This remaining oil has been expressed by water flood residual oil (WFRO), which is the target of the study. A nutrient slug of 0.25PV then was injected in the model and left for incubation at constant temperature. The pressure of the system was watched during incubation period. The pressure started to increase after the second day and reached its maximum value ( about 9.0 psi for sandpacks and 16 psi for sandpacks containing ground limestone ) after eight days. No change in pressure was noticed after this period and it is believed that the microorganisms have reached their maximal growth after eight days of incubation at tested conditions [10]. After incubation, the sandpack was flooded again with 20000 ppm brine. The liquids produced were collected continuously in graduated cylinders of 100 cc volume, the amount of oil and water in the produced samples were determined and the pH values for produced water in samples were measured. The model was then refeeded with 0.25 PV nutrient slug of the same concentration as that injected in the first cycle,

incubated for 8 days and flooded again. The nutrient concentration, incubation temperature and limestone percent in the sandpack were varied and their effects upon growth of indigenous bacteria and consequently on the oil recovery are discussed.

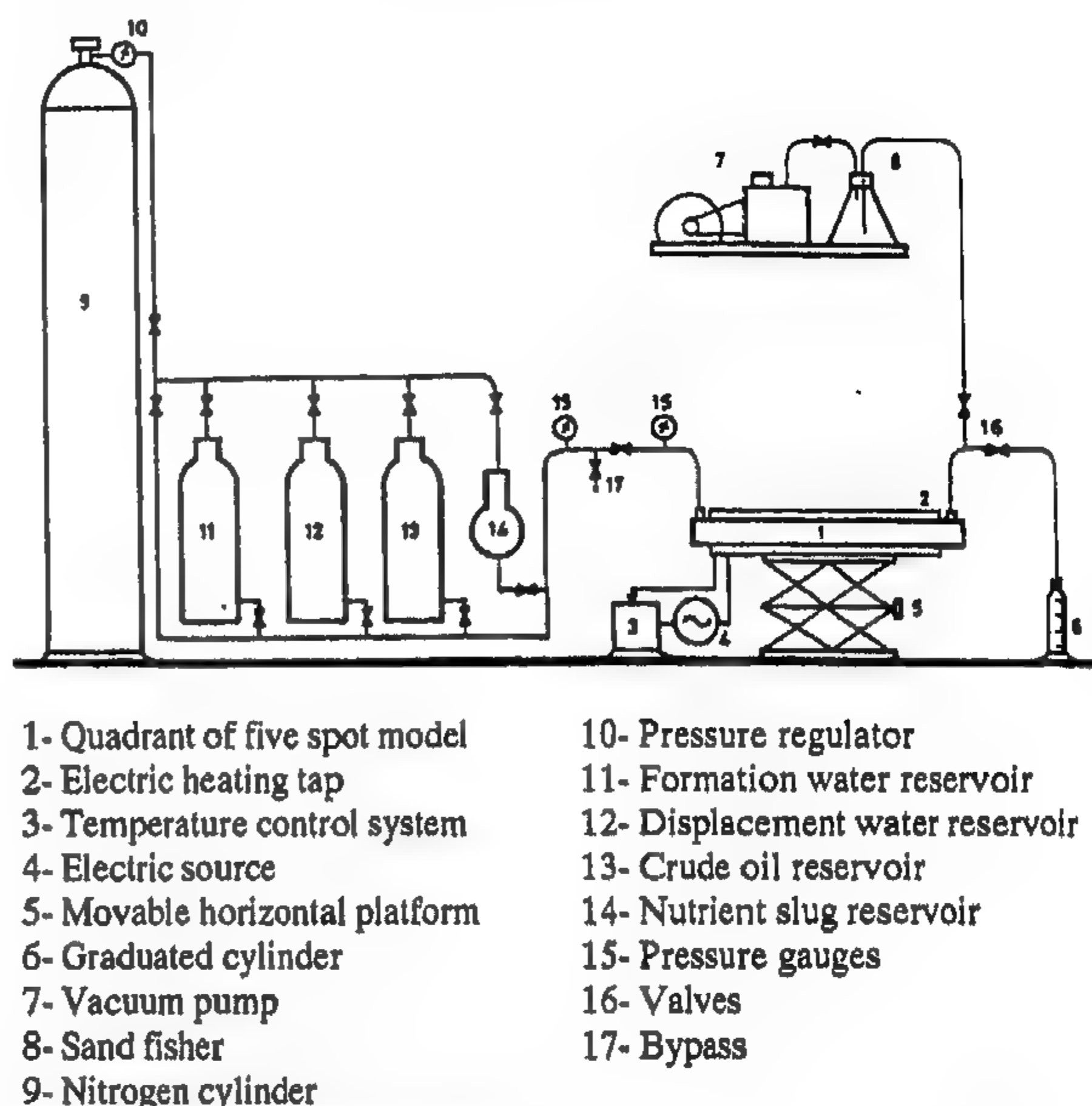


Fig. 1- Schematic representation of experimental set-up and equipment

## RESULTS AND DISCUSSION

All displacement stages that include saturation with brine and oil, waterflooding, nutrient injection, incubation for eight days, displacement, refeeding, second incubation period and displacement again, all were conducted at the same studied incubation temperature. All nutrient solutions were freshly prepared just before being used. All displacement data was the average of two runs having good reproducibility.

### 1- Effect of Nutrient Concentration

Fig. 2 shows the cumulative oil recovery from waterflood residual oil (WFRO) and oil cut in the samples produced versus pore volumes of water injected. Nutrients of 0.25 PV slug size with different molasses concentrations were used at 25°C incubation temperature. A base run was performed without nutrient injection in which the model was incubated at the same temperature and length of time after waterflooding and then displaced again two times as the previous runs but without nutrition. The oil recovery versus molasses concentration was plotted as shown in Fig. 3. From Figs. 2 and 3 it is clear that the use of nutrients in activating indigenous microorganisms increased the oil recovery from (WFRO) than that obtained in the control run. The oil recovered using a slug of 4% molasses concentration was higher than that at 2% or



## EXPERIMENTAL WORK

### 1- Materials

A heavy crude oil of 19° API gravity ( from Mauddud formation, Bahrain Oil Company ) and its associated connate water were used in the study . The acidity of the crude oil was determined using the Institute of Petroleum (IP) procedures Nos. 1 and 182 [9]. The organic acidity was found to be 1.63 mg KOH/gm per sample . The oil viscosity measured at room temperature by Brookfield viscometer was found to be about 200 cp. The water analyses were carried out on the formation water, the average total dissolved solids was found to be about 14600 TDS as shown in Table 1 .

Nutrient solutions were prepared from raw molasses ( cane molasses 3.5% protein , 40.5% sugar , and 56% carbonate ) with concentrations 2,4 and 6% by weight in brine . The water used in preparing the nutrient solutions was 20000 ppm NaCl brine. Ammonium phosphate of 0.1% by weight has been added to nutrient solutions to activate the bacterial growth .

Table 1. Formation water analysis

Constituent	Concentration, PPM
Sodium (Na <sup>+</sup> )	2850
Calcium (Ca <sup>++</sup> )	1810
Magnesium (Mg <sup>++</sup> )	310
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	8430
Sulfate (SO <sub>4</sub> )	60
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )	1150
TDS	14610

The sand mixture used in displacement experiments was first thoroughly washed by tap-water, then by dilute HCl solution and finally by distilled water. After drying at room temperature the sand was put in a drying oven at 200°C to ensure the removal of all organic compounds if any were present. The sand was sieved with set of sieves and the mechanical analyses were listed in Table 2.

Table 2. Mechanical analysis of mixture

Mesh size (μm)	Weight of sand retained on the sieve (gm)	Weight of sand retained (%)	Cumulative weight (%)
450	0.00	0.00	0.00
300	242	48.4	48.4
250	107.2	21.4	69.84
180	81	16.2	86.04
170	58	11.6	97.64
75	8	1.6	99.24
<75	4	0.8	100.00

A core of carbonate rock obtained from Mauddud formation has been ground to fine powder with mortar and pestle and was thoroughly mixed with part of the prepared sand mixture. The ratios of lime/sand mixture were varied to conduct set of displacement runs to show the effect of limestone percentages upon the microbial

enhanced oil recovery .

Table 3. Summary of displacement floods

Run No.	Limestone in sandpack (%)	Molasses concentration weight (%)	Incubation temperature (°C)	Cycles of nutrition	R <sub>f</sub> of WFRO (%)
1	0.0	2	25	1	11.3
2	10	2	25	1	16.6
3	20	2	25	1	19.1
4	30	2	25	1	20.2
5	0.0	2	25	2	15
6	0.0	4	25	2	28
7	0.0	6	25	2	18.6
8	0.0	4	45	2	22.8
9	0.0	4	60	2	18.95
10	0.0	0.0	25	0.0	8.16

### 2- Microbiological Investigation

The microbiological investigation carried out on formation water has indicated the presence of indigenous bacteria . A spore forming-gram-positive - short rod Bacilli species were found. The concentration of these organisms after 3 days incubation period with a growth media was  $3.7 \times 10^4$  cells/ml organisms. Other unspecified bacterial populations of  $1.23 \times 10^5$  cells/ml concentration were also found in the formation water .

### 3- Fluid Properties

Two equal volumes of oil and nutrient were thoroughly mixed and poured in an incubator at the desired incubation temperature . After eight days the samples were withdrawn from the incubator and The aqueous phase was separated . The pH values were measured for aqueous phase using digital pH meter. Viscosities of aqueous phase, were measured using Brookfield viscometer. The aqueous phase ( containing microbial metabolites ) / fresh crude oil interfacial tension was measured using du Nouy tensiometer. All the mentioned measurements were carried out at room temperature for 2 , 4 and 6% by weight molasses concentrations in brine for incubation temperatures 25,45 and 60°C. A brine of 20000 ppm NaCl salinity was used in preparing the nutrients as this salinity has showed better growth of the bacteria at the tested incubation temperatures [10].

### 4- Displacement Experiments

Oil recovery experiments based on nutrating the indigenous microorganisms by molasses were performed using an unconsolidated sandpack . The apparatus used in the displacement experiments is shown in Fig. 1. The model used was a quadrant of a five-spot model made from stainless-steel. The inner dimensions of the model were 30x30x2.5 cm , and it had an injector and a producer on the two ends of the same diagonal. Screens were fixed around the bottom part of the injector and



## LABORATORY STUDY ON ACTIVATING THE INDIGENOUS MICROORGANISMS TO ENHANCE THE OIL RECOVERY

By  
A. A. Abdel-Waly\*

### ABSTRACT

A heavy crude oil (19° API gravity) and connate water (from Maaddud formation in El-Bahrain) were used in the present study, to investigate the effect of microbial growth on water viscosity, pH and oil/water interfacial tension. Displacement tests were carried out to study the effect of nutrient concentration, incubation temperature and carbonate content on the oil recovery from water flooded residual oil.

The study showed that the indigenous bacterial population in the formation water and the crude oil could be activated by molasses based nutrient to produce biosurfactants, acids, polymers, and gases. It was found that nutrient slug of 4% by weight molasses concentration was the optimum at which the indigenous microorganisms have given a maximal growth and resulted in higher oil recovery than that obtained at other tested molasses concentration. For the tested incubation temperatures, the results showed that the indigenous microbial growth was better at 25°C which in turn was reflected positively upon oil recovery. It was also found that the presence of carbonate in reservoir can provide a buffering capacity for complete fermentation to occur where it neutralizes the acids produced by bacteria and increases the carbon dioxide production. The oil recovery was increased with increasing the carbonate content, however, with further increase in carbonate content above 20% no more oil was recovered.

### INTRODUCTION

Microbial methods for increasing oil recovery are potentially cost-effective even at relatively low crude oil prices. Microbial formulations can be applied in a variety of methods including permeability modification treatment and microbial-enhanced waterflooding. A number of mechanisms have been considered to be important for the recovery of residual oil through the application of microbial enhanced oil recovery (MEOR). Such mechanisms include: Production of biosurfactants to reduce the oil/water interfacial tension and improve the displacement efficiency, production of biopolymers to improve mobility control and increase sweep efficiency, production of solvents that reduce the oil viscosity and increase its mobility, and production of biogenic acids that dissolve carbonate rock, increase pore space and produce more carbon dioxide. Carbon dioxide in the gaseous form would expand producing a driving mechanism, or if dissolved would reduce the crude viscosity thus increasing its mobility [1-5]. The in-situ application of the process used to accomplish these mechanisms requires the growth and/or metabolism of microorganisms in the rock matrix. Whether the microorganisms used to carry out these functions are indigenous or added exogenously,

they must function effectively at reservoir conditions of salinity and temperature with the aid of suitable nutrients.

The existence of indigenous bacteria in many oil reservoirs was practically proved. These indigenous microorganisms nearly always belong to undescribed species or even to new genera [6]. In nearly all the cases studied up to now, the indigenous bacteria consist solely of strict anaerobes. The species developing in the oil reservoirs seem to have undergone a natural selection in-situ as a function of their physiological properties. They may also be related to the geological period during which they were put into place. These anaerobic microorganisms nearly always associate fermentative, sulfate-reducing and methanogenic bacteria [7,8].

The purpose of this research was to study the effect, of nutrating the indigenous bacteria upon the oil recovery from waterflooded sandpacks. The effects of nutrient concentration, incubation temperature, refeeding and carbonate percent in the sand packed model upon oil recovery were investigated.

\* Petroleum Engineering Dept., King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

## REFERENCES

- 1 - Dickinson M. C. "Solar Energy Technology Handbook", Marcel Dekker Inc. , New York , 1981
- 2 - Talwar R., "A Guide to Collector Sizing and System Design Considerations for Solar Pool Heating in Florida", FSEC 77-9, Florida Solar Energy Centre , 1977.
- 3 - Almanza R. & Lara J. "Energy Requirements for a Swimming Pool through a Water -Atmosphere Energy Balance", Solar Energy , Vol. 53 , No. 1 , 1994
- 4 - Lof G. O. G. , "Performance of Swimming Pool Heater - Transparent Cover - Type", Proceedings of the Annual Meeting , Section of the International Solar Society , Orland , Fla, USA, 1977
- 5 - Tadros W. H. & Eissa M. A. , " Thermodynamic Analysis of Solar Heated Swimming Pools in Egypt", Journal of the Egyptian Society of Engineers " Vol. 35, No. 3 , 1996.
- 6 - Shaltot M. A. M. , " Egyptian Solar Radiation Atlas", { New and Renewable Energy Authority, Ministry of Electricity and Energy , Cairo , Egypt , 1991.
- 7- Duffie J. A. & Beckman W. A. , " Solar Energy Thermal Processes", Wiely Int. , New York ,1980.
- 8 - Lunde P. J. " Solar Thermal Engineering" , Jone Wiley & Sons , New York , 1979.
- 9 - Kerith F. , " Principles of Heat Transfer" , 3 rd. Ed. , Intext Educational Publishers , New York 1977.



**APPENDIX (1)**  
**CLIMATIC CONDITIONS OF THE SELECTED SITES #**

CAIRO Latitude 30.00 deg. N.

Month	Ta	V	R	q Th	q Tt
1	287.3	2.00	59.00	10.90	16.30
2	288.5	3.00	54.00	13.30	19.70
3	291.2	2.60	49.00	18.10	21.70
4	294.7	2.70	44.00	21.80	23.50
5	297.9	2.60	44.00	25.10	24.10
6	300.8	2.50	46.00	26.80	24.10
7	301.4	2.30	56.00	26.10	24.00
8	301.4	2.00	59.00	23.90	24.40
9	299.9	2.30	58.00	20.60	24.20
10	297.4	2.20	58.00	16.20	22.20
11	292.8	1.90	63.00	11.80	18.20
12	288.7	2.10	60.00	10.30	16.70

HURGHADA Latitude 27.47 deg. N.

Month	Ta	V	R	q Th	q Tt
1	288.4	5.80	51.00	15.30	21.30
2	288.9	6.30	49.00	19.30	24.20
3	291.4	6.50	49.00	23.50	26.40
4	294.6	6.40	47.00	26.70	26.50
5	298.3	6.80	44.00	28.40	25.80
6	301.0	7.30	43.00	29.80	25.70
7	302.0	6.60	47.00	29.50	26.00
8	302.3	6.60	47.00	27.90	26.60
9	300.2	7.00	51.00	25.10	26.90
10	297.5	5.80	55.00	20.00	24.20
11	293.8	5.30	54.00	16.10	21.90
12	290.1	5.50	54.00	14.10	20.30

ABU-RUDIESS Latitude 28.90 deg. N.

Month	Ta	V	R	q Th	q Tt
1	288.9	2.70	57.00	14.04	19.70
2	289.7	3.90	55.00	17.89	22.50
3	292.2	4.00	53.00	22.61	25.20
4	295.3	4.00	53.00	26.17	26.10
5	297.3	6.40	55.00	28.84	26.20
6	300.3	6.30	55.00	29.34	25.30
7	301.0	6.80	59.00	29.20	25.14
8	301.3	6.40	59.00	27.86	26.60
9	300.9	5.90	62.00	24.37	26.40
10	298.8	4.80	61.00	18.58	22.60
11	295.0	2.30	58.00	15.23	21.00
12	290.7	3.70	58.00	12.89	18.70

SIDI- BARANI Latitude 31.63 deg. N.

Month	Ta	V	R	q Th	q Tt
1	286.2	5.60	66.00	11.20	15.50
2	286.3	5.70	61.00	13.57	18.80
3	288.3	5.90	63.00	18.94	20.30
4	290.5	5.60	62.00	23.94	22.80
5	292.9	4.70	69.00	25.45	22.68
6	296.3	4.60	70.00	28.62	22.90
7	297.9	5.10	75.00	28.73	23.10
8	298.6	4.50	74.00	25.96	23.10
9	297.2	4.00	69.00	22.21	22.40
10	294.1	4.20	68.00	16.74	19.00
11	291.4	4.60	66.00	12.17	16.10
12	287.7	5.60	65.00	10.04	14.30

# See the nomenclature for the dimensions

**APPENDIX (2)**  
**GOVERNING EQUATIONS OF THE THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR HEATING**  
**OF SWIMMING POOLS [5]**

$$Q_h = a - A - q - (1-r) \quad (1)$$

$$Q_a = 4.41504 \cdot 10^{-14} (T_a + 273.2)^6 \quad (2)$$

$$(1 + 0.17 C^2) - A_p$$

$$Q_r = 4.90752 \cdot 10^{-9} - [(273.2 + T_n)^4 - (273.2 + T_s)^4] - e - A_p \quad (3)$$

$$T_s = T_a - 6 \quad (4)$$

$$Q_s = 0.490752 - (T_n - T_a) - A_p \quad (5)$$

$$h_c = 5.68 + 3.78 \cdot V_w \quad (6)$$

$$Q_c = 8.64 \cdot 10^{-2} \cdot h_c \cdot (T_n - T_a) \cdot A_p \quad (7)$$

During the period of natural heating the evaporation loss equation is given by

$$Q_e = 3.215 \cdot 10^{-3} \cdot A_p \cdot V_w \cdot (P_w - P_a) \quad (8)$$

$$P_w = 217.15 \cdot 10^8 \cdot \text{Exp.} [-4157 / (T_n + 239)] \quad (9)$$

$$P_a = (R / 100) \cdot (217.15 \cdot 10^8) \cdot$$

$$\text{Exp.} [-4157 / (T_a + 239)] \quad (10)$$

$$Q_h + Q_a = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e \quad (11)$$

During solar heating the evaporation loss equation is given by

$$Q_a = (6.48 \cdot 10^{-4}) \cdot A_p \cdot [3.53(z)^{1/3} + 4.08 V_w] \quad (12)$$

$$(P_w - P_a)$$

$$Z = T_{ww} - T_{av} \quad (13)$$

$$w_v = (T_i + 273.2) / [1 - 0.378 \cdot (P_w / P)] \quad (14)$$

$$T_{av} = (T_a + 273.2) / [1 - 0.378 \cdot (P_a / P)] \quad (15)$$

$$Q_R = Q_s + Q_r + Q_c + Q_e - Q_h - Q_a \quad (16)$$

$$N = \rho \cdot d \cdot C_p \cdot (T_i - T_n) / Q_R \quad (17)$$





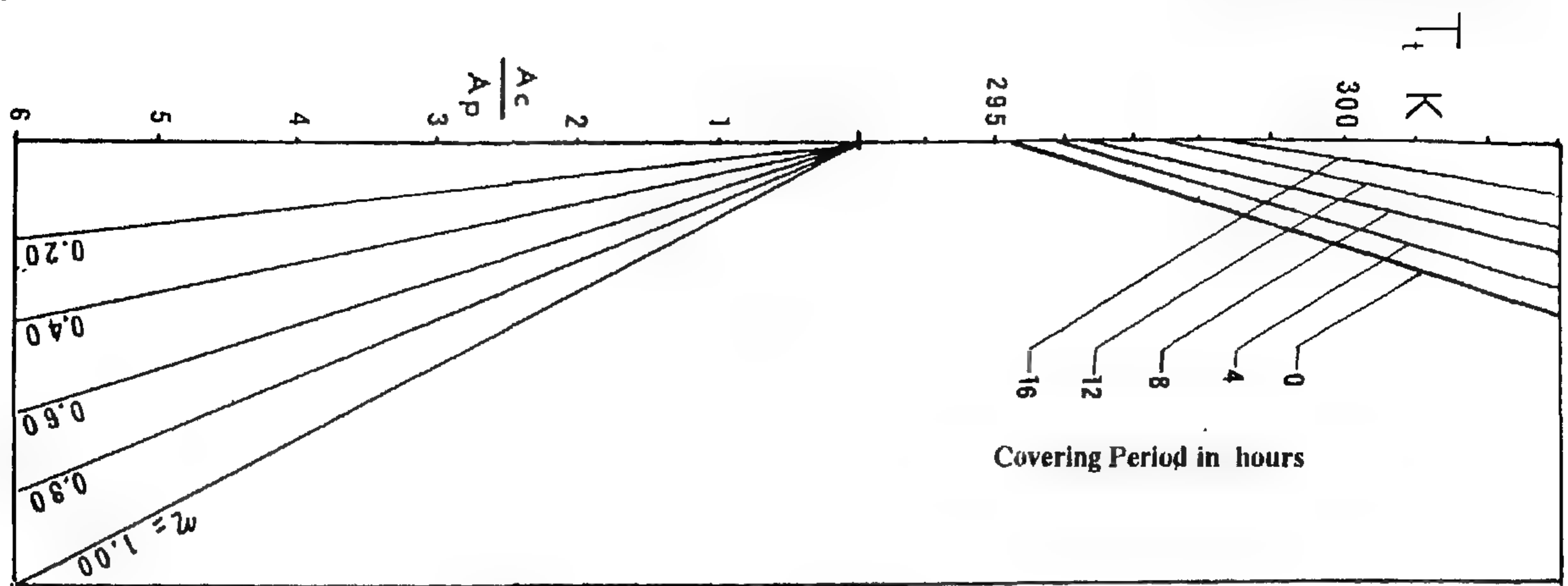


Fig. 3 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Cairo

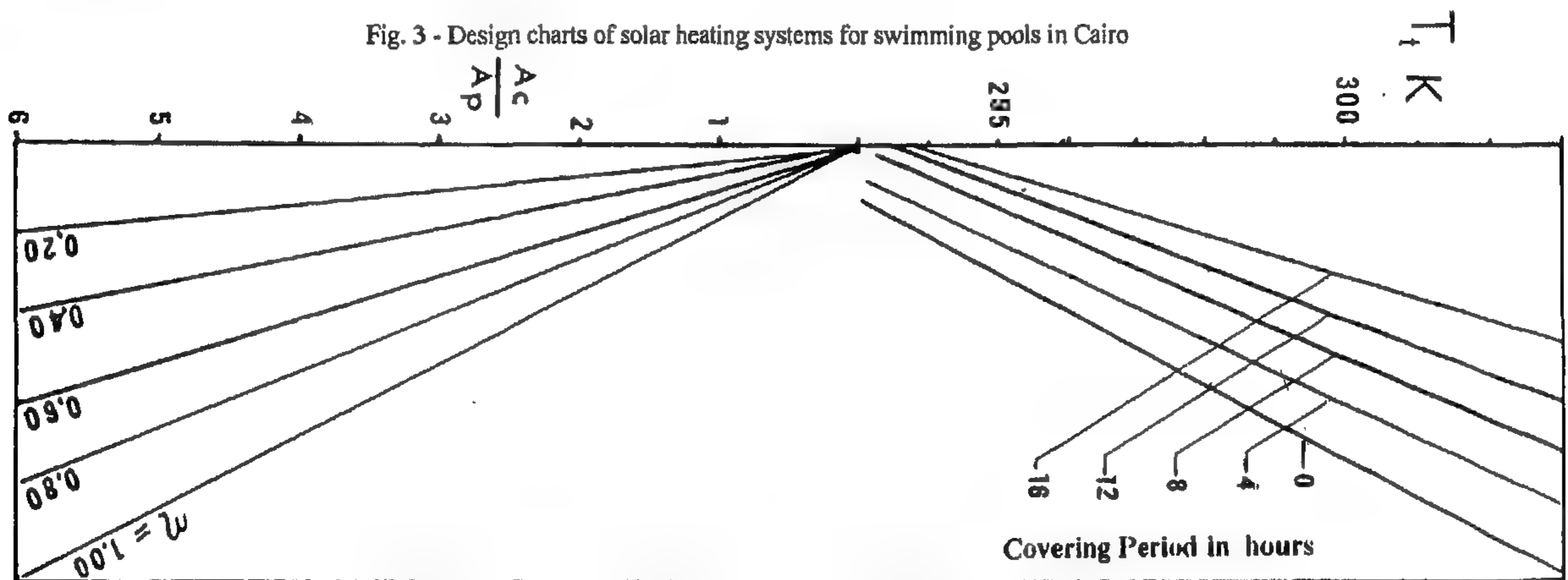


Fig. 4 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Sidi-Barani

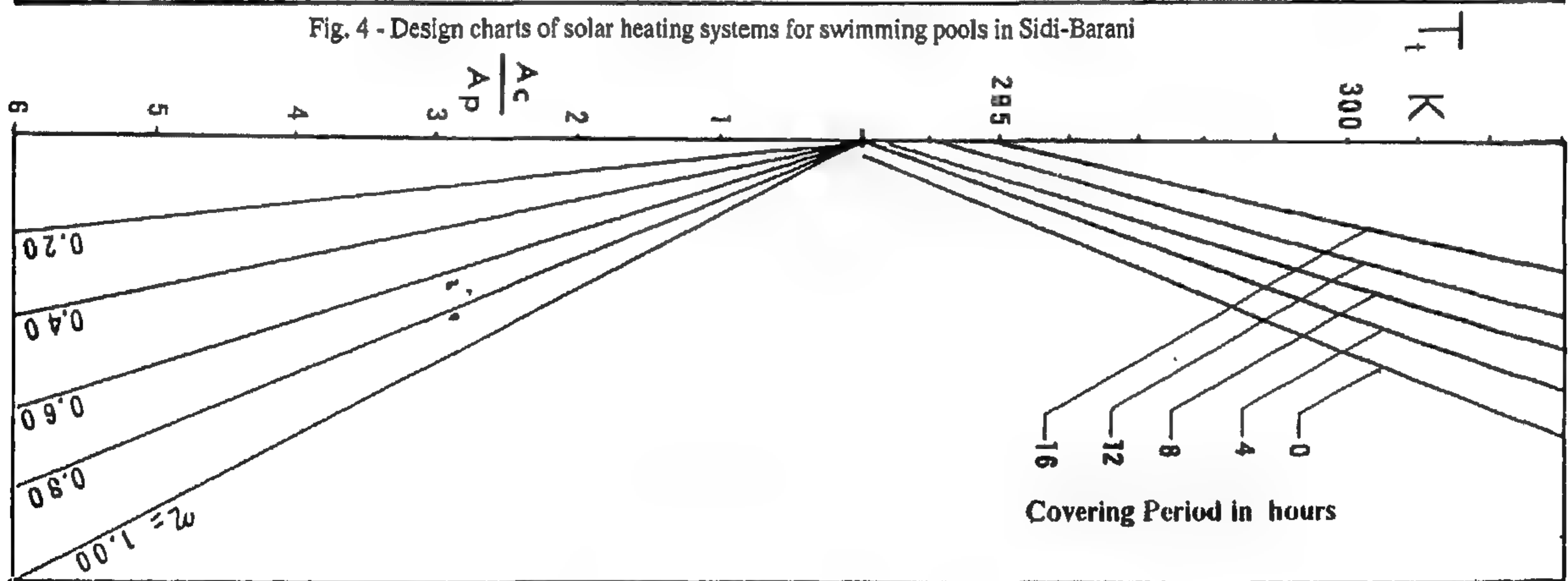


Fig. 5 - Design charts of solar heating systems for swimming pools in Herghada

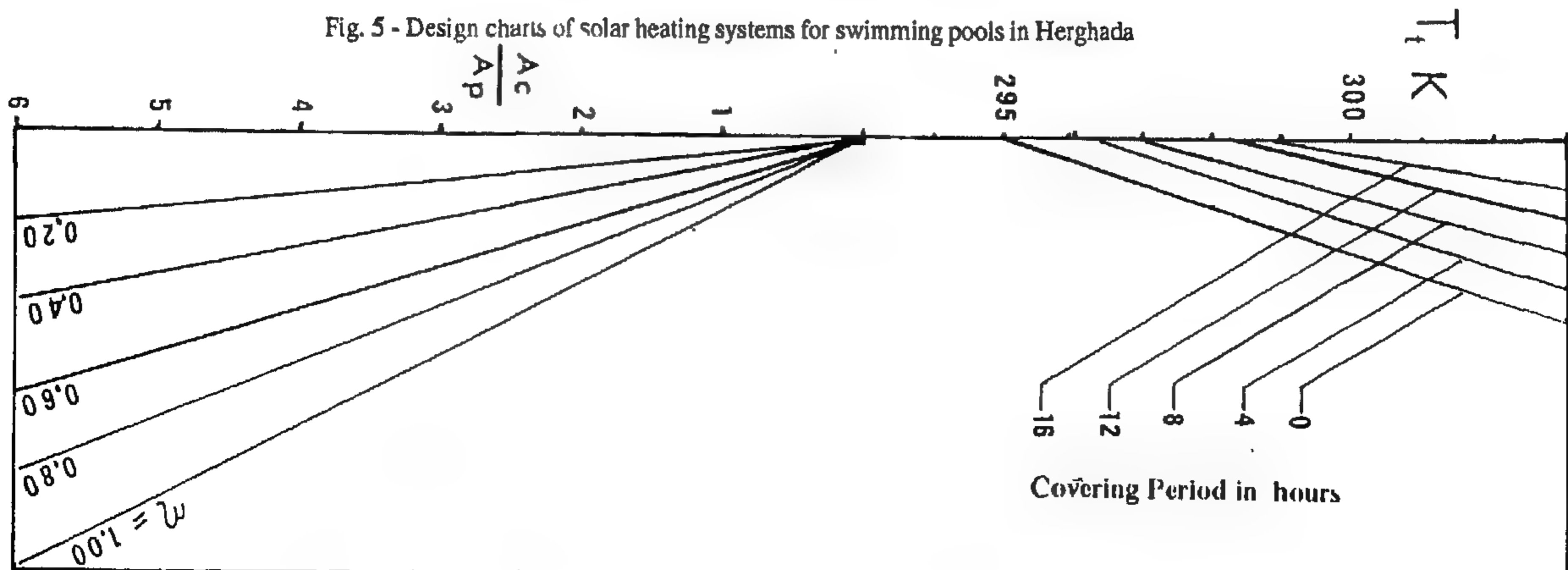


Fig. 6 : Design charts of solar heating systems for swimming pools in Abu- Rudies

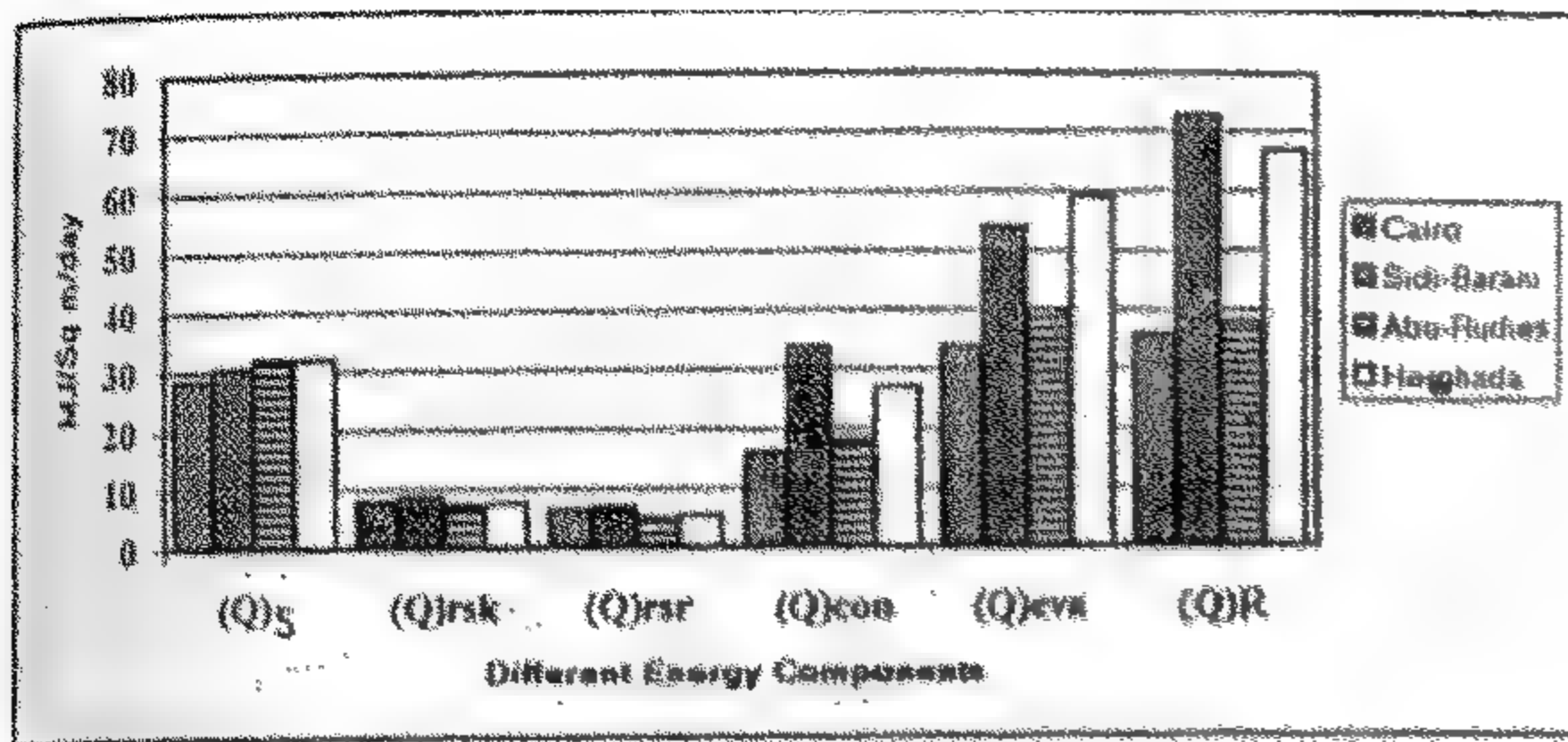
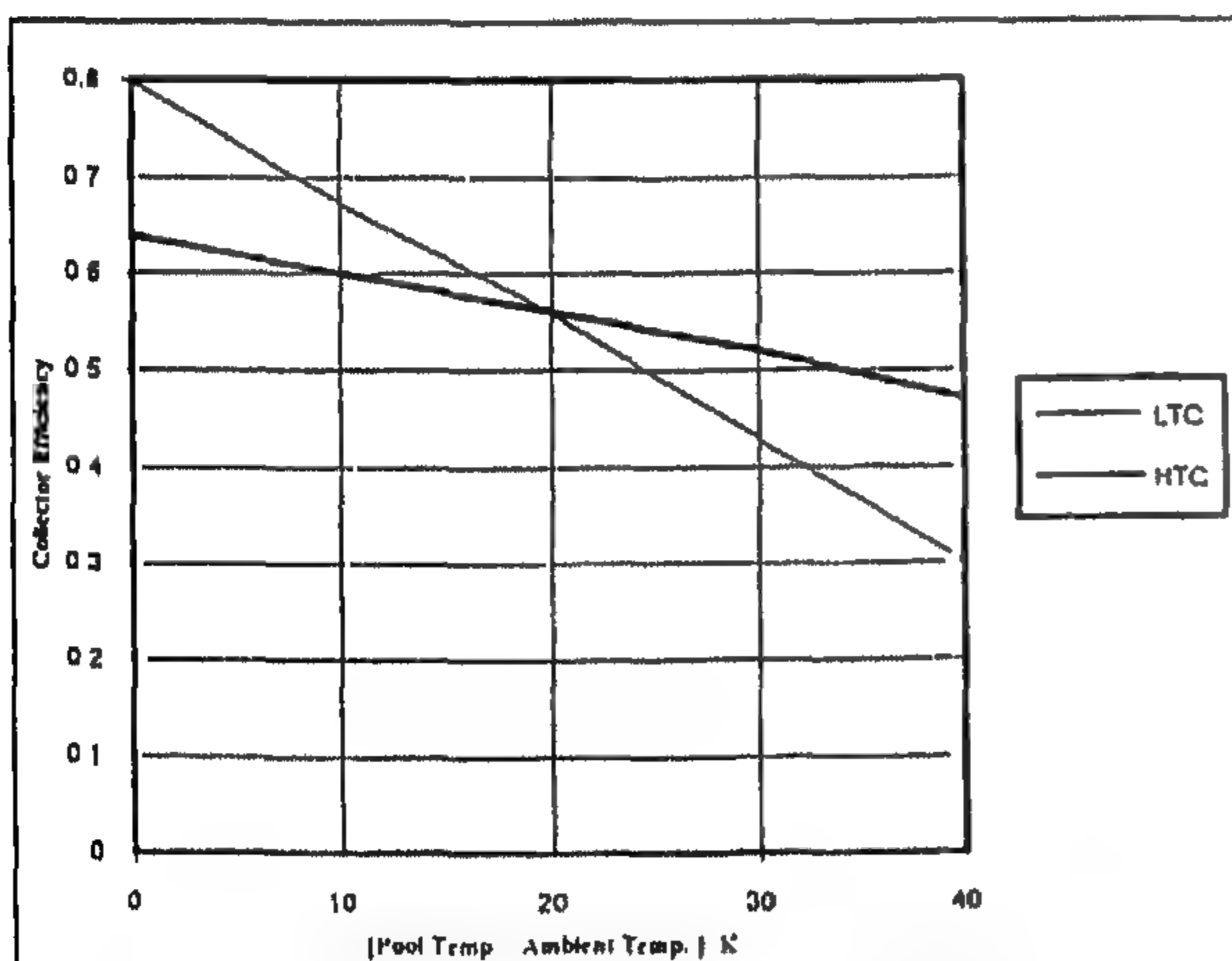


Fig.1 - Different energy components of swimming pools in the selected locations

## 5 - SUITABLE TYPES OF SOLAR COLLECTORS

The calculated area of the required solar collectors for heating of the swimming pools is considerably large. For the economic consideration it must be of low cost. It is well known that the overall efficiency of the solar collectors is proportional to its cost. The contradiction between these factors is not considered during the choice of the required collectors. This is due to that the selected collectors are used at very low difference between water and ambient temperatures. Under this condition the low temperature collectors may be of higher efficiency than that of the high temperature ones as shown by Fig. (2). The collector efficiency equation can be written in the following form<sup>[7]</sup>:

$$\eta = F_R \{ \tau \alpha - U_L [(T_w - T_a) / q_t] \} \quad (3)$$



LTC = Low - Temperature Collector

HTC = High - Temperature Collector

Fig. 2 - Typical performance of low-temperature and high-temperature collectors<sup>[1]</sup>

## 6 - DESIGN CHARTS OF THE SOLAR COLLECTORS

From the output of the computer program the values of  $(A_c / A_p)_{\text{covered}}$  and  $(A_c / A_p)_{\text{uncovered}}$  are obtained

for different values of  $(T_t)$  and  $(\eta)$ . Design charts, for the selected site, are constructed as shown in Figs (3-6). These charts represent the case of the maximum heat demand of the pools during winter season.

It must be noticed that these charts include a line for the uncovered pool and other lines for covering periods of 4, 8, 12, and 16 hours. The covering periods don't include effective sunshine hours. If they include sunshine hours during which solar radiation is valuable, it must be taken into consideration that the use of the cover reduces the input energy during this period. The reduction in the input energy depends on the transmissivity of the transparent cover which ranges from 0.7 to 0.8.

### 6.1- Method of Calculating the Collector Area From the Design Charts

The required data for the use of these charts are the target temperature, the number of hours during which the pool is covered, if it is used, and the efficiency of the selected collectors. The output from these charts is the ratio between the collectors and the pool area from which the collector area can be calculated.

The ratio between the collector and the pool area can be found from these charts as follows:

- 1- From the value of the target temperature on the upper sector of the Y-axis, a horizontal line is drawn to intersect the uncovered pool line or that of the covering period in a point
- 2- From this point a vertical line is drawn to intersect the collector efficiency line in a point.
- 3- From this point a horizontal line is drawn to intersect the lower sector of the Y-axis in the point of the required area ratio

### 6.2- Example on the Use of the Design Charts

Figure (7) shows examples of the use of these charts. In this example the ratio between the collectors and the pool areas is obtained for a swimming pool located in Hurgada. The target temperature is 27 °C and the average value of the collector efficiency at the operation conditions is 60%.

The line a-b-c-d represents the case of the uncovered pool from which  $(A_c / A_p)_{\text{uncovered}}$  is equal to 4.65

The line a-e-f-g represents the case of the covered pool for 12 hours during night from which  $(A_c / A_p)_{\text{uncovered}}$  is equal to 4.65



- 3- The outdoor pool itself acts as a solar collector .
- 4- The amount of water in the swimming pool is relatively large and its temperature is slightly affected by the transient changes in atmospheric conditions.
- 5- The flow rate of water in the solar heating system is high .
- 6- There is no need of a storage tank , since the pool itself serves as the storage .

The following principal data should be considered when a solar heating system of a swimming pool is designed [2].

- 1- Suitable water temperature for swimming ranges from 22 to 27 °C.
- 2- The recommended flow rate of the pool's water in the solar system is that which permits the circulation of the entire pool's water once every 8 to 12 hours .
- 3- Water can absorb about 75 % of the incident solar radiation on its surface.

### 3- THERMAL CONSIDERATION

The pool receives energy directly from the sun ( $Q_h$ ) and from the surroundings ( $Q_a$ ). Some of this energy is lost via radiation exchange with the sky ( $Q_s$ ), radiation exchange with the surroundings ( $Q_r$ ), convection exchange with the surroundings ( $Q_c$ ), and water evaporation from the pool surface ( $Q_e$ ).

After certain period of the exposure of the pool to the solar radiation its temperature reaches a value known as the natural temperature ( $T_n$ ). It is defined as the temperature of the pool's water which can be reached due to the direct exposure of the pool to the solar radiation without using any heating devices. The required temperature to which the pool must be heated is defined as the target temperature ( $T_t$ ). Sometimes the natural temperature is equal to or higher than the target temperature and no heating of the pool is needed. During some seasons the natural temperature is lower than the target one; in this case, heating of the swimming pool is required .

The heat balance and the different daily values of energy components , can be calculated using different modes of equations as mentioned in references [2, 3, 4, & 5 ]. The used equations in this paper are presented in appendix (2).

### 4 - SIZING OF SOLAR HEATING SYSTEM OF THE SWIMMING POOLS

It must be taken into consideration that the solar heating system is designed to overcome the thermal

losses when the pool's water temperature reaches its target value . Since the thermal losses are affected by the pool area and not affected by its volume , then the pool area is the only geometric parameter considered during the collector sizing . In addition to that , the other thermodynamic and meteorological parameters are considered . The volume of the pool only affects the warming up period after which the pool's water reaches the target temperature . This warming up period may last for few days , after which the target temperature will be constant due to the equilibrium between the thermal losses and the energy input to the pool. The warming up period can be minimized using pool cover, as will be discussed later, or by using auxiliary heating system during this period only .

The values of the different energy components and the energy required to maintain the target temperature at a constant value can be calculated using the governing equations presented in appendix (2). These equations and the solar radiation relations are used in devising a computer program in basic by which all of the required data can be calculated . The required input data to this program are , the climatic condition parameters of the selected sites , presented in appendix (1), the physical properties of water and the performance data of the selected solar collectors .

The average values of the different energy components, for the selected locations, are monthly calculated. The values, corresponding to the maximum heating demand ( winter season ), are presented in Fig. (1). From this figure it can be noticed that the major component of the thermal losses is the evaporation loss. This means that if this component can be minimized, then the required area of the solar collector can be reduced. The best method by which the evaporation losses can be reduced is the use of a transparent plastic thin film cover. The saved collector area depends on the length of the covering period of the pool. During this period the evaporation losses are eliminated and 10% of the convection losses are saved [1]. The following equations are used in calculating the required area of the collector as a function of the pool surface area in both cases of the uncovered pools and when it is covered for a certain period (n hours) respectively:

$$(A_C / A_P)_{\text{uncovered}} = Q_R / \eta q_i A_P \quad (1)$$

$$(A_C / A_P)_{\text{covered}} = [ Q_R - n ( Q_e - 0.1 Q_c ) ] / \eta q_i A_P \quad (2)$$

$Q_R$  ,  $Q_e$  and  $Q_c$  equations are given in appendix (2)



# DESIGN CHARTS FOR SOLAR COLLECTORS FOR HEATING OF OUTDOOR SWIMMING POOLS IN EGYPT

By  
Wagih H. Tadros and Mohamed A. Eissa\*

## ABSTRACT

The thermal behavior of solar heating of swimming pools in different locations in Egypt is carried out. These locations are selected such that they cover areas of different climatic conditions. A computer program is devised and used in the thermodynamic analysis of this process at different climatic and operation conditions.

Design charts are constructed by which the area of the solar collectors, required for solar heating of the swimming pools, can be determined. Time and effort of the designers can be greatly saved using these charts which can be also used for other locations of similar climatic conditions.

As a subsidiary results of this study, it can be concluded that low-temperature collectors may be more cost effective than high-temperature ones when used in heating of swimming pools. It can be also concluded that the use of a plastic thin film cover results in minimizing the evaporation loss which is the major component of the thermal losses. The minimization of this component results in a sharp decrease of the required area of the collectors.

## 1 - INTRODUCTION

Solar heating of swimming pools is one of the most important practical applications of solar heating. A swimming pool requires heat at low-temperature to maintain the water temperature at 22 - 27 °C. Supplying the required heat with fossil fuels is prohibitively expensive specially when its price is not governmentally supported.

In the frame work of the development of the tourism activities in Egypt, many tourism villages and hotels, equipped with swimming pools, are constructed. Heating of those swimming pools is required. Despite the high industrial activities in the field of solar heaters in Egypt, there is little available information on the application of solar heating of the swimming pools. Solar heating of swimming pools has been previously studied. [1,2,3,4&5]

In this paper, the authors used the thermodynamic analysis of the swimming pools, previously made by them [5], in constructing design charts for sizing of the solar collectors to be used in heating of the outdoor swimming pools at different sites in Egypt. Those sites are selected such that they cover areas of different climatic conditions. Cairo, Sidi-Barani, Hurghada and Abu-Rudies are good examples of sites in which solar heating of swimming pools is needed. These charts are helpful tools for the designers to select the suitable area of the required solar collectors.

Many factors affect the design, sizing, and performance of swimming pool heating systems. Most of these factors are related to engineering or natural phenomena. There are at least two factors that have to be specified before designing or sizing a system. The first is the required pool temperature which varies according to the nature and the time of the swimming. The second is the climatic conditions of the pool site. The climatic conditions of the selected sites are represented in appendix (1) which is obtained from The Egyptian Solar Radiation Atlas [6].

The sizing of the solar flat-plate collectors is carried out such that it can overcome the thermal losses from the pool at the target temperature. For this reason the area of the pool, and not its volume, affects the sizing of the collectors. The pool volume affects only the warming up period as will be discussed later.

## 2 - GENERAL CONSIDERATIONS

Before designing a solar heating system for a swimming pool the following technical principles should be taken into consideration:

- 1 - The suitable water temperature for swimming in cold seasons is only few degrees above the ambient temperature.
- 2 - The desire to swim is normally phased with a warmer trend in the weather.

\* National Research Centre, Solar Energy Department, Dokki, Cairo, Egypt.



## REFERENCES

- 1- *"Thyristor DC drives"*, P. C. SEN, Wiley Interscience Publication, U.S.A, 1981.
- 2- Jih-Sheng Lai, *"Power Electronics System Modelling and Simulation"*, IEEE 4 th Workshop on Computers in Power Electronics, 1994, pp. 45-55.
- 3- A. Razouk, and V. Rajagopalan *"Simulink Based Simulation of Power Electronics Systems"*, IEEE 4 th Workshop on Computers in Power Electronics, 1994, pp. 105-108.
- 4- B. Semail, E. Mendes, F. Bouillault and A. Razeq *"Vector Controlled Induction Motor-Parameter Sensitivity Analysis"*, Inacs-Tci'90 Nancy, September 1990, pp. 291-296.
- 5- Farouk Ismail, Hisham El Khashab and Ahmed Oshiba *"Non Linear Vector Controlled Induction Motor Simulation"*, 4th International Workshop on Advanced Motion Control, 1996 pp. 735-740

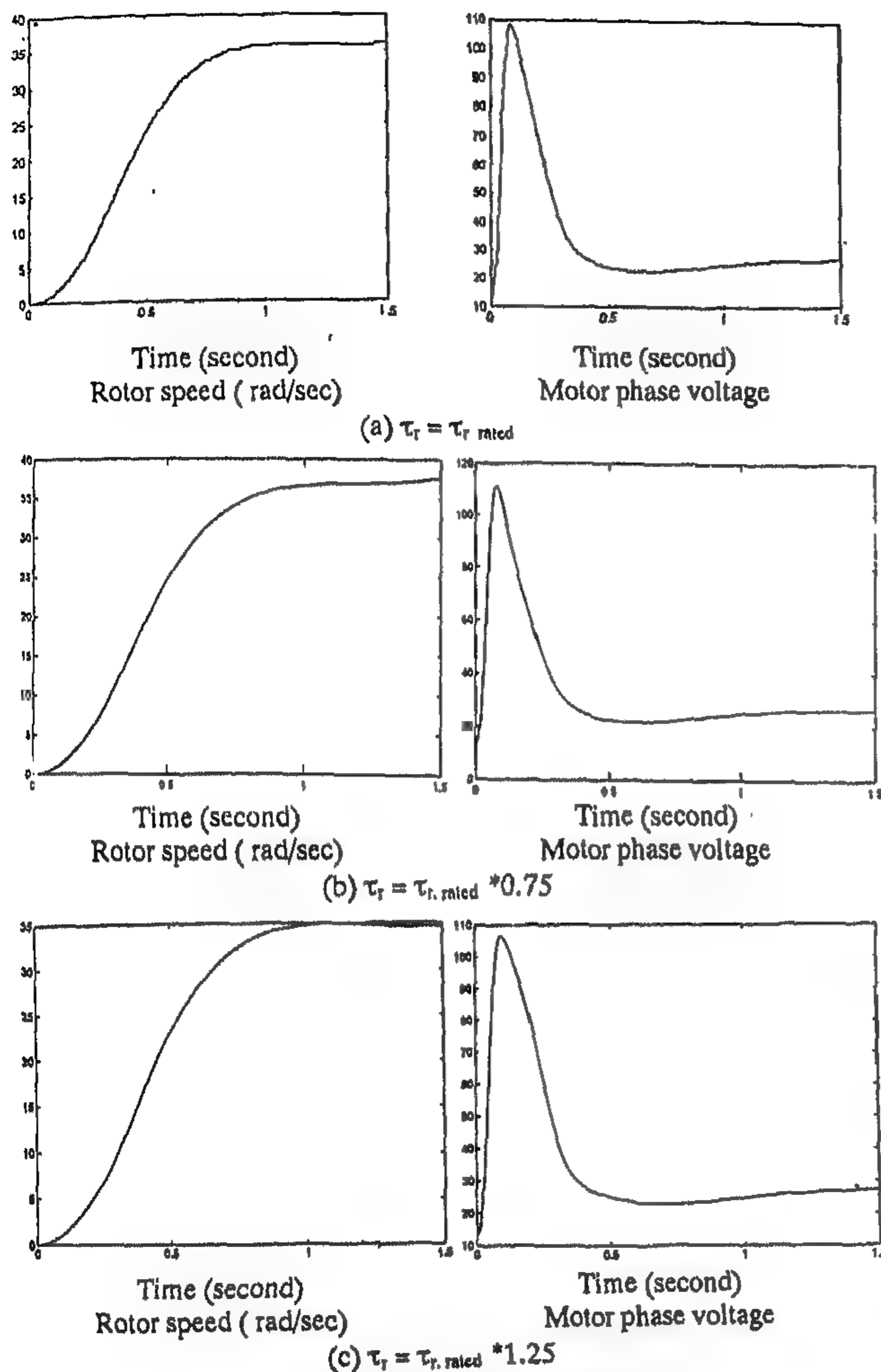


Fig. 11- V. C. I. M. PID time constant sensitivity

## 7. CONCLUSION

The controlled separately excited DC motor system with an optimal controller is simulated and experimentally realized. The computer simulator using the MATLAB-SIMULINK software package proves an identical results with the experimental results at the optimal controller constants and the speed response due to step perturbation in the load torque of 33% of the rated torque. The high overshoot current has lower values with the PID controller. A sensitivity study to controllers constants and to the machine time constant were studied and showed that the dynamics performance become worst with the temperature increase.

The vector controlled induction motor simulation at optimum controller constant has a simulate dynamic performance to the DC motor. A sensitivity analysis for the wrong determination of the machine time constant is carried out and demonstrated.

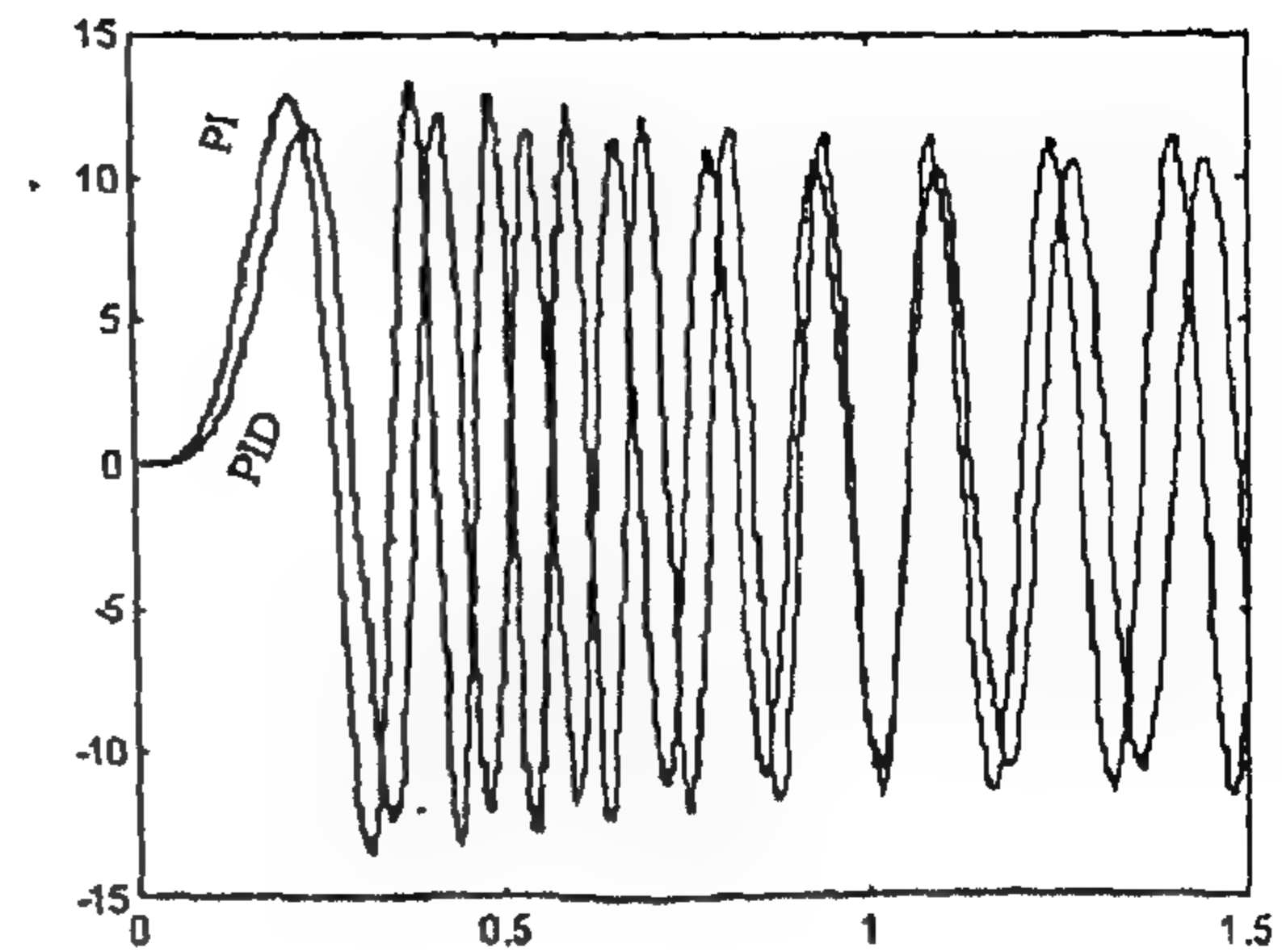


Fig. 12- Motor phase current for PI &amp; PID controllers

```
% Data file
% M = 3 * Lm/2, Ls = Lis + M, Lr = Llr + M
% Tr = Lr / Rr, D=p * M / Lr, A = Ls - (M * M / Lr)
% Fr = Friction constant, TI = load torque, K= gain ( flux/speed)
% Kif, Kpf, Kis, Kps are the flux and speed controller gains
% machine parameters,
Ls=10; Vs=170; Lm= 0.059; Lis= 0.0611-0.059; Llr = Lis, Rs =
0.6; Rr= 0.4211; P=2; j= 0.051763; F= 0.18673;
% calculate two phase parameters
Imax = ((2^0.5)*Is); Vmax = ((2^0.5) * Vs);
M = ((3/2) * Lm); Ls = Lis + M; Lr = Llr + M;
Tr = Lr / Rr; Tm = j / F;
D = P*(M/Lr); A= Ls - (M^2/Lr); Ce = A/Ls
Kps = .7; Kis = .01; Kpf= 30; Kif = 24; K=0.15;
Con = Kps *P*Ce*Ts*M/(j*Lr); KK= Vmax * 60/(50*2*pi);
R=1; C=0.001*2*50*pi;
%End
```

Induction motor data file

In case when an estimated rotor time constant is small then the real one, the flux level weakens while the current is imposed. As a result, the torque value becomes lower than the estimated one, and the speed cannot normally increase. So, the importance of the right determination of machine parameters is necessary to have the correct dynamic performance.

The comparative study between PI and the PID controller has revealed some good features for the PID such as the lower current overshoot and slightly higher response time for both the DC and the vector controlled induction motor.

Finally the constructed simulator enables the system designer to adjust the dynamic performance with any control system. It enables also to tune the controller for the optimal operation.



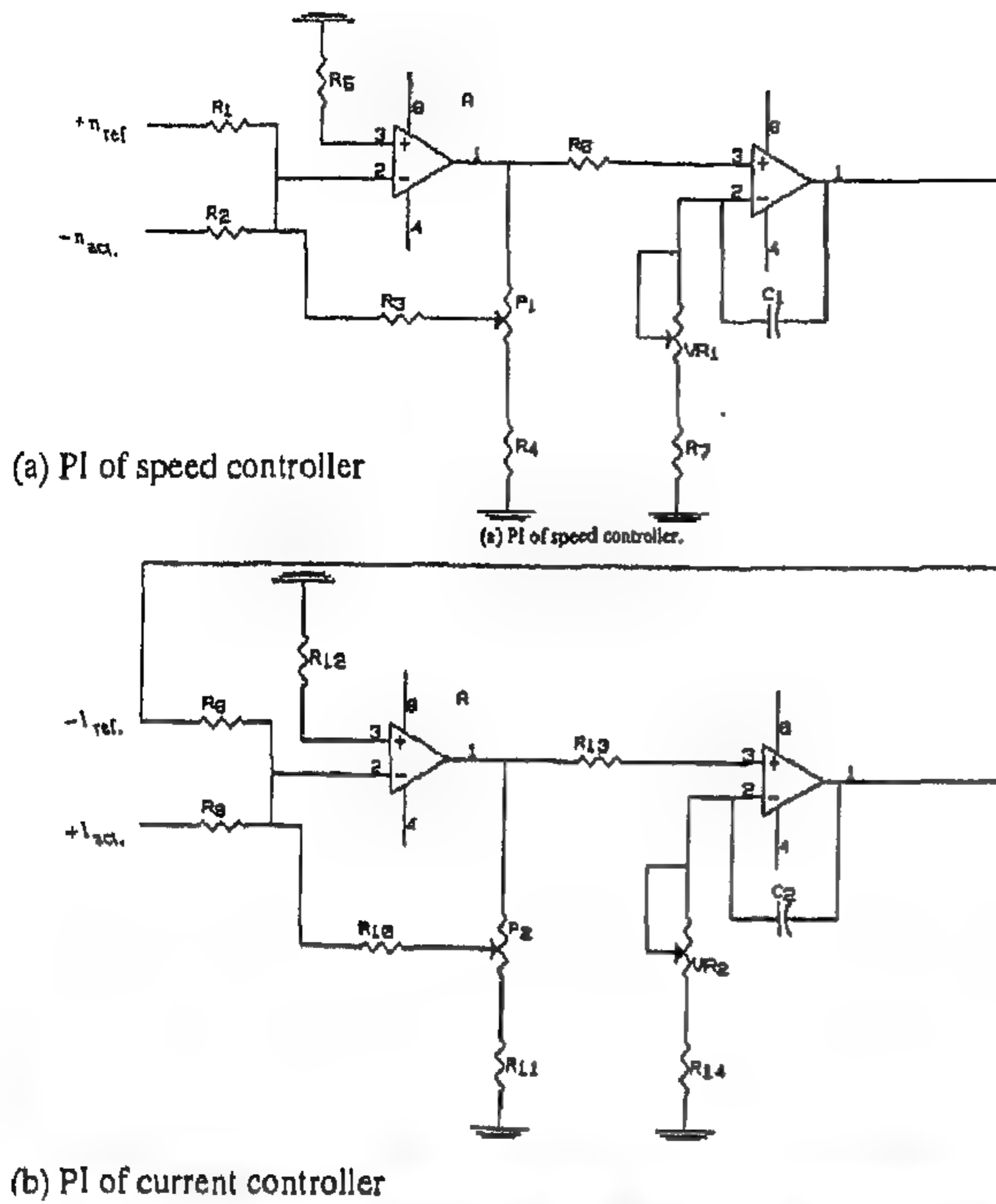
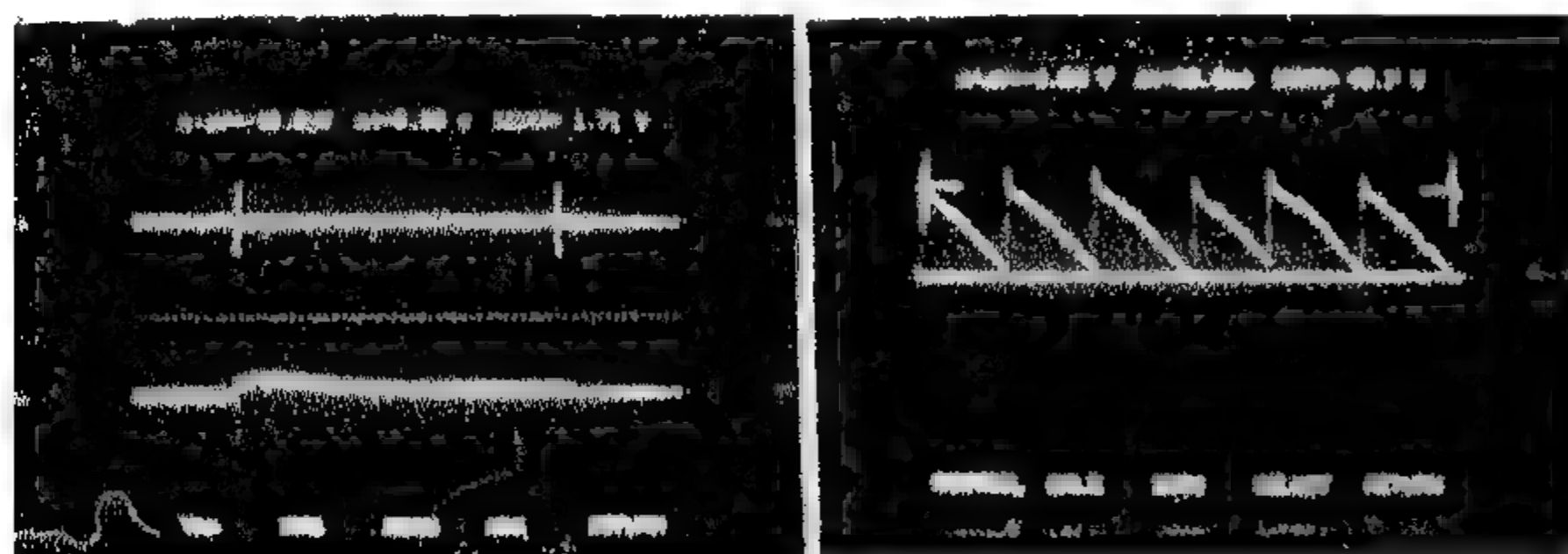


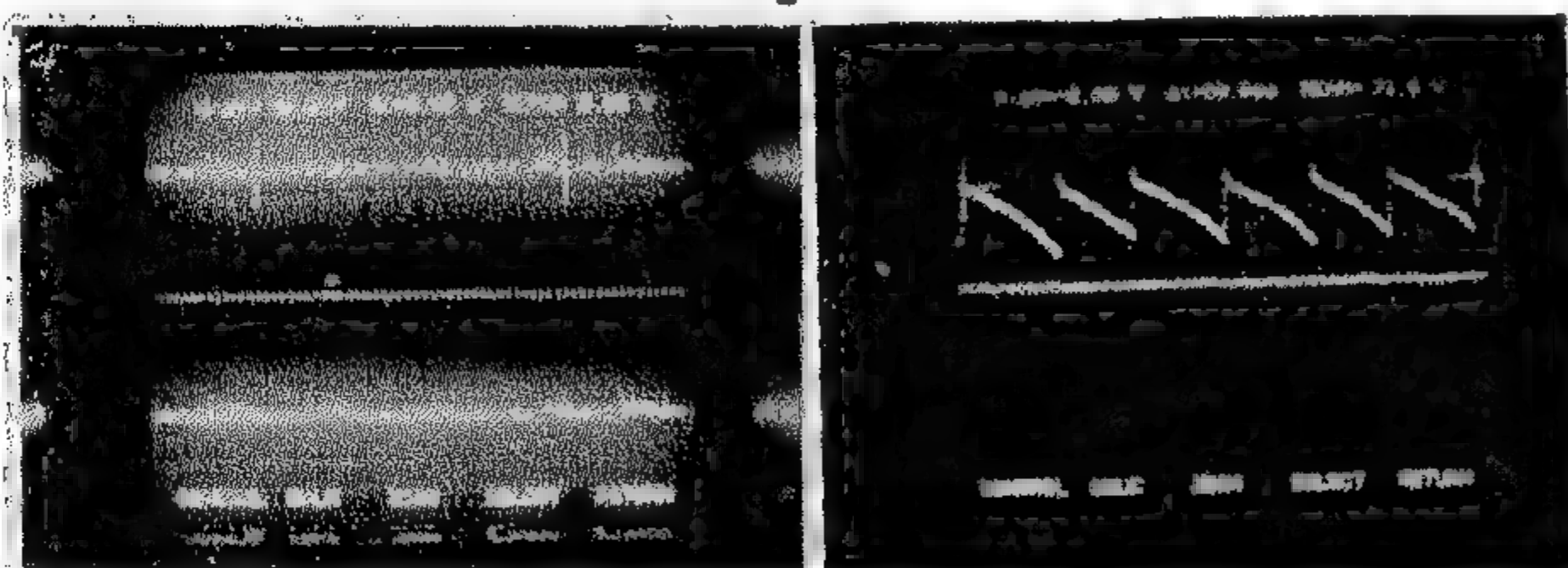
Fig. 7 - PI controller



(a) motor speed  
(upper trace  $n_{ref}$ , lower  $n_{act}$ ,  
1 volt/div., 1 sec/div.,  $n = 673$   
rpm,  $T_L = 1.31$  N. m)

(b) Armature voltage  
(20 volt/div., 2 msec/div.,  
 $n = 673$  rpm,  $T_L = 1.31$  N. m)

$$K_{I_s} = 1.4$$



(c) motor speed  
(upper trace  $n_{ref}$ , lower  $n_{act}$ ,  
1 volt/div., 1 sec/div.,  $n = 909$   
rpm,  $T_L = 2.18$  N. m,  $T_2 = 0$  N. m)

(d) Armature voltage  
(50 volt/div., 2 msec/div.,  
 $n = 909$  rpm,  $T_L = 2.18$  N. m)

$$K_{I_s} = 11.92$$

Fig. 8- Experimental results.

## 6. SENSITIVITY STUDY OF A VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTOR SYSTEM

Vector control permits to consider the motor by an equivalent separately DC motor. The vector control of induction motor complete system simulation was carried out by some of the authors at [5]. The motor

dynamics and motor current response with step function input are calculated with PID controller and compared with a PI controller. The block diagram of the field oriented induction motor system is shown in Fig. 9. For a squirrel cage rotor induction motor, the rotor time constant ( $\tau_r$ ) has to be calculated from stator terminal measurements and may change with saturation, temperature, and skin effect. In order to analyze the influence of a wrong determination of the rotor time constant, several values of  $\tau_r$  are used.

The simulation sensitivity results with both PI and PID controllers are shown in figs 10, 11 and 12.

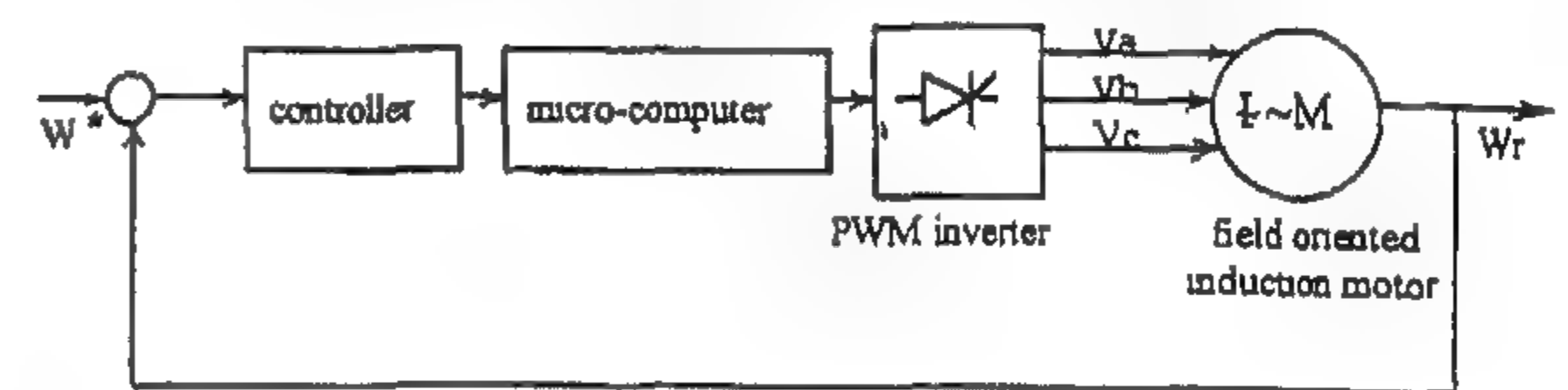


Fig. 9 - Simplified diagram of field oriented induction motor.

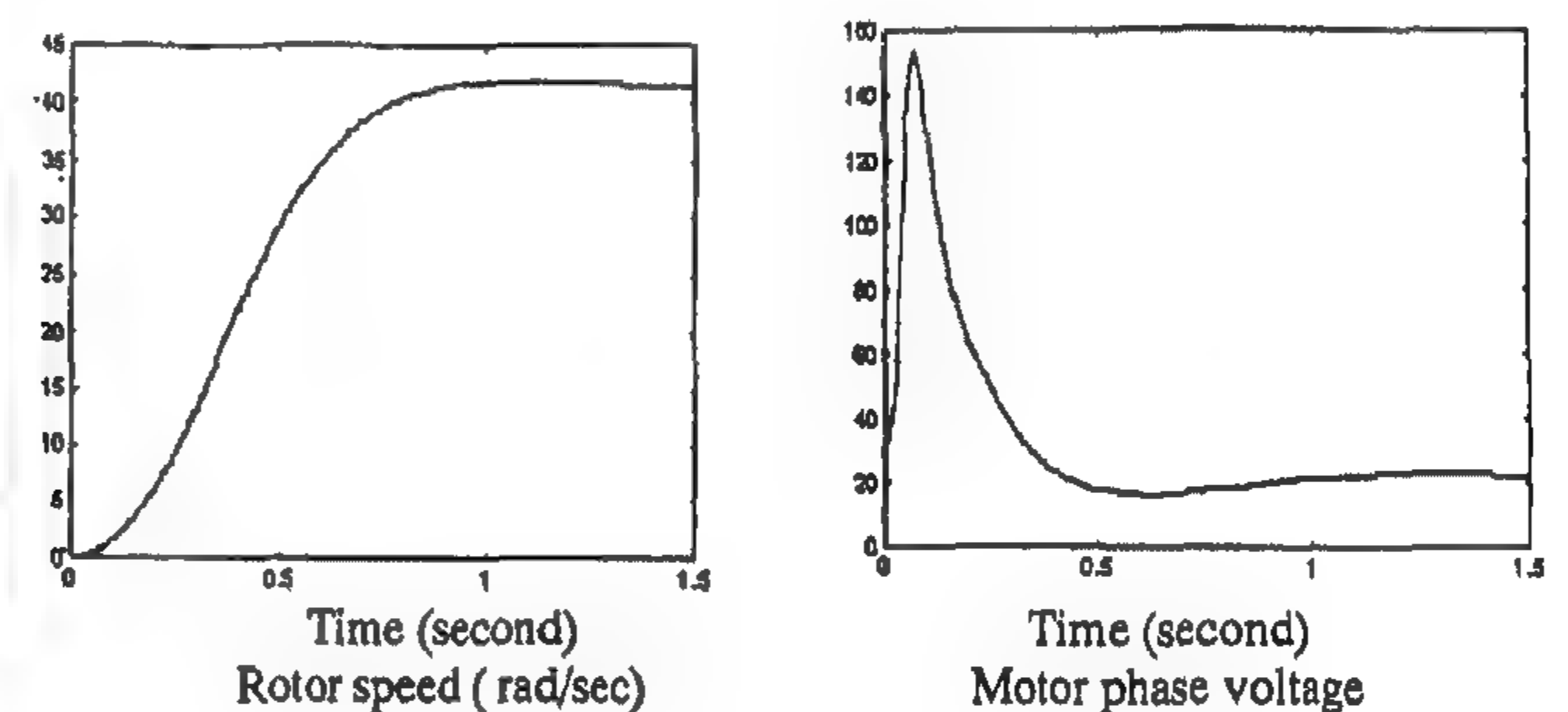
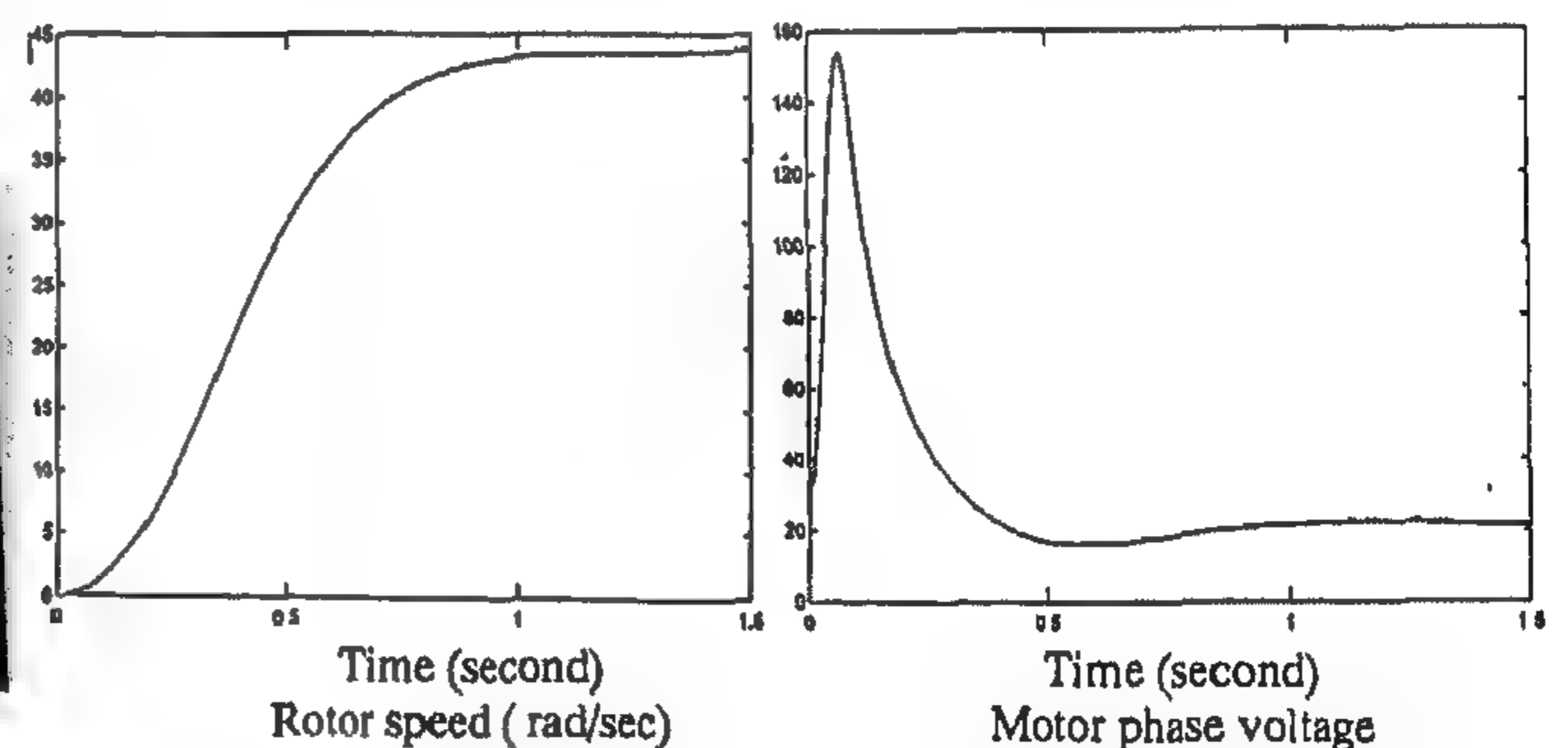
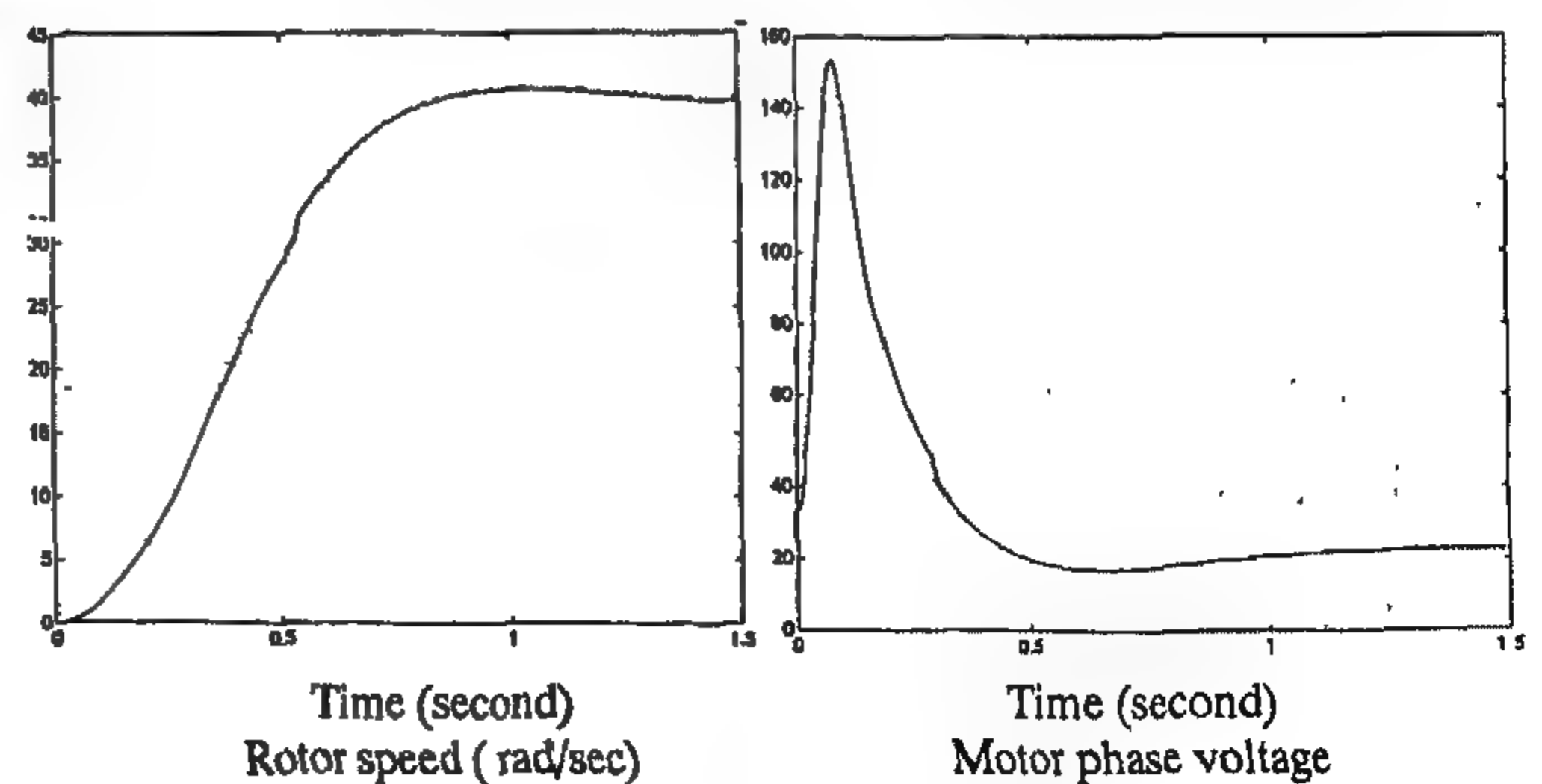
(a)  $\tau_r = \tau_{r, \text{rated}}$ (b)  $\tau_r = \tau_{r, \text{rated}} * 0.75$ (c)  $\tau_r = \tau_{r, \text{rated}} * 1.25$ 

Fig. 10- V. C. I. M. PI time constant sensitivity



To reduce the current overshoot a PID controller was proposed. Fig. 5 represents the speed and current responses with PID controllers. It is clear that the use of PID reduces the current overshoot to about 70% from its value with the PI controller.

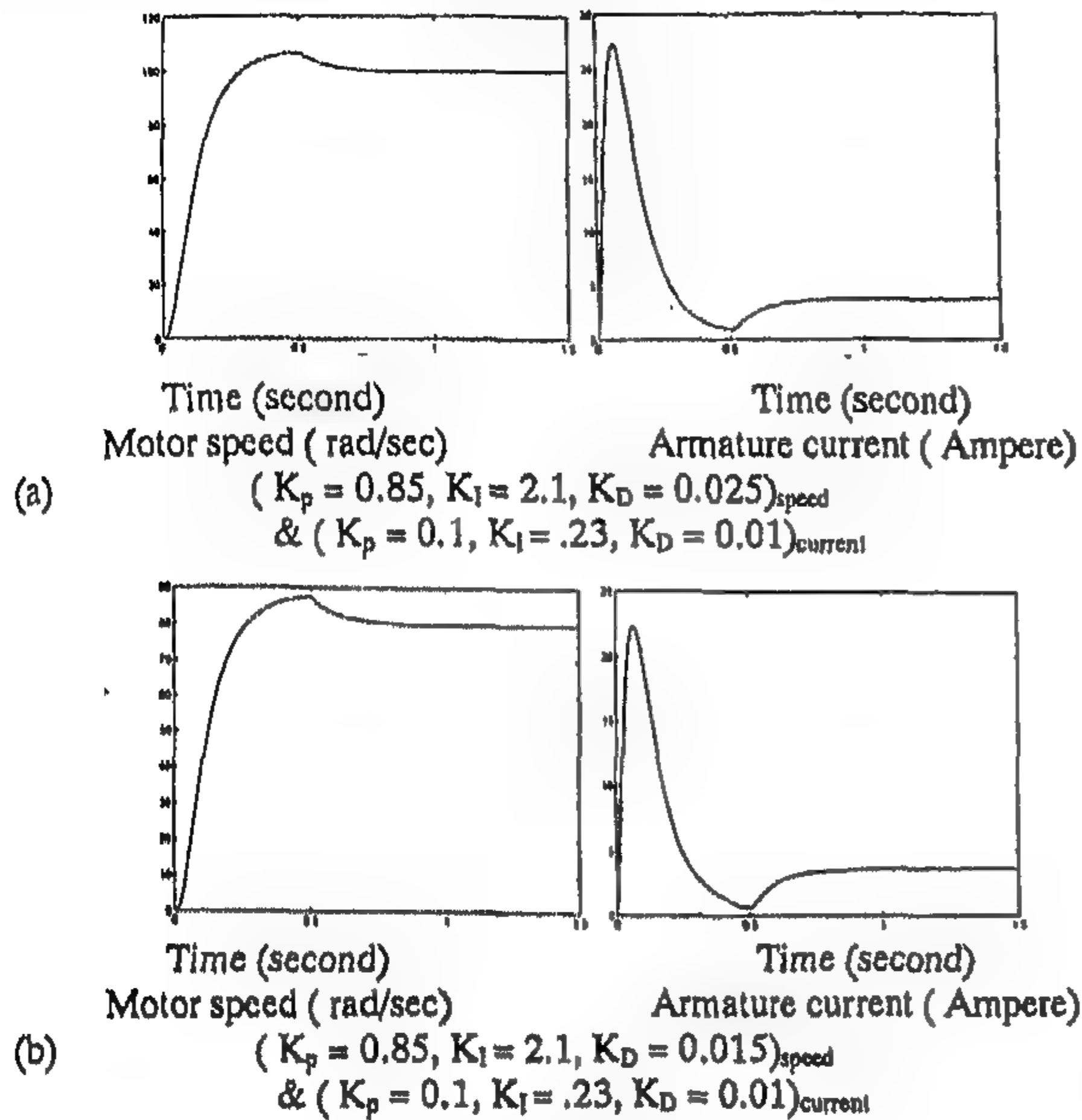


Fig. 5- PID controller sensitivity with filter for DC motor.

## 5. EXPERIMENTAL WORK

The system under study is realized experimentally with a DC generator as load. The fully controlled rectifier and the controller circuits are demonstrated by Fig. 6.

The validity of controller parameters  $K_p$  and  $K_i$  for speed and current loops, determined by the simulation work is tested as in Fig. 7.

The expression for the speed controller parameters can be deduced as follows:

The total transfer function of PI controller, for speed loop, shown in Fig. 7, is:

$$F_s(s) = (R_3 + P_1) / R_1 + ((R_3 + P_1) / (C_1 \cdot [R_7 + VR_1] \cdot R_1)) \cdot (1/s) \quad (8)$$

but, the transfer function of the PI controller in general is:

$$F_{PI}(s) = K_p + K_i \cdot (1/s) \quad (9)$$

Equating 8 and 9, the controller parameters are:

$$K_{P_s} = (R_3 + P_1) / R_1 \quad (10)$$

$$K_{I_s} = (R_3 + P_1) / (C_1 \cdot [R_7 + VR_1] \cdot R_1) = K_{P_s} / (C_1 \cdot [R_7 + VR_1]) \quad (11)$$

By the same method, the current controller parameters can be deduced hence,

$$K_{P_c} = (R_{10} + P_2) / R_8 \quad (12)$$

$$K_{I_c} = (R_{10} + P_2) / (C_2 \cdot [R_{14} + VR_2] \cdot R_8) = (K_{P_c}) / (C_2 \cdot [R_{14} + VR_2]) \quad (13)$$

where,

R	resistances
$C_1, C_2$	condensers
P	potentiometers
VR	variable resistances
The subscript s	speed controller
The subscript c	current controller

The speed and current controller parameters

$$K_{P_s}, K_{I_s}, K_{P_c}, K_{I_c}$$

calculated from equations 10, 11, 12, 13 by the experimental test, where the results of experimental work are illustrated by Fig. 8. Those results are identical with the theoretical results.

The motor data is:

$$P_{out_{F.L}} = 0.75 \text{ kw,}$$

$$V_a (\text{armature voltage}) = 110 \text{ volt,}$$

$$V_f (\text{field voltage}) = 110 \text{ volt,}$$

$$I_a (\text{rated armature current}) = 9.1 \text{ amp.,}$$

$$L_a (\text{armature leakage inductance}) = 0.016 \text{ H,}$$

$$R_a (\text{armature resistance}) = 1.33 \Omega,$$

$$\tau_a = L_a / R_a = 0.012 \text{ sec.,}$$

$$J = 0.028 \text{ N. m / rad / sec}^2,$$

$$B = 0.003 \text{ N. m / rad / sec, } \tau_m = J / B = 9.1 \text{ sec.,}$$

$$C (\text{static friction}) = 0.5 \text{ N. m,}$$

$$n (\text{rated motor speed}) = 1425 \text{ rpm,}$$

$$K_t = K_e (\text{torque or back e.m.f coefficient}) = 0.66 \text{ volt / rad / sec,}$$

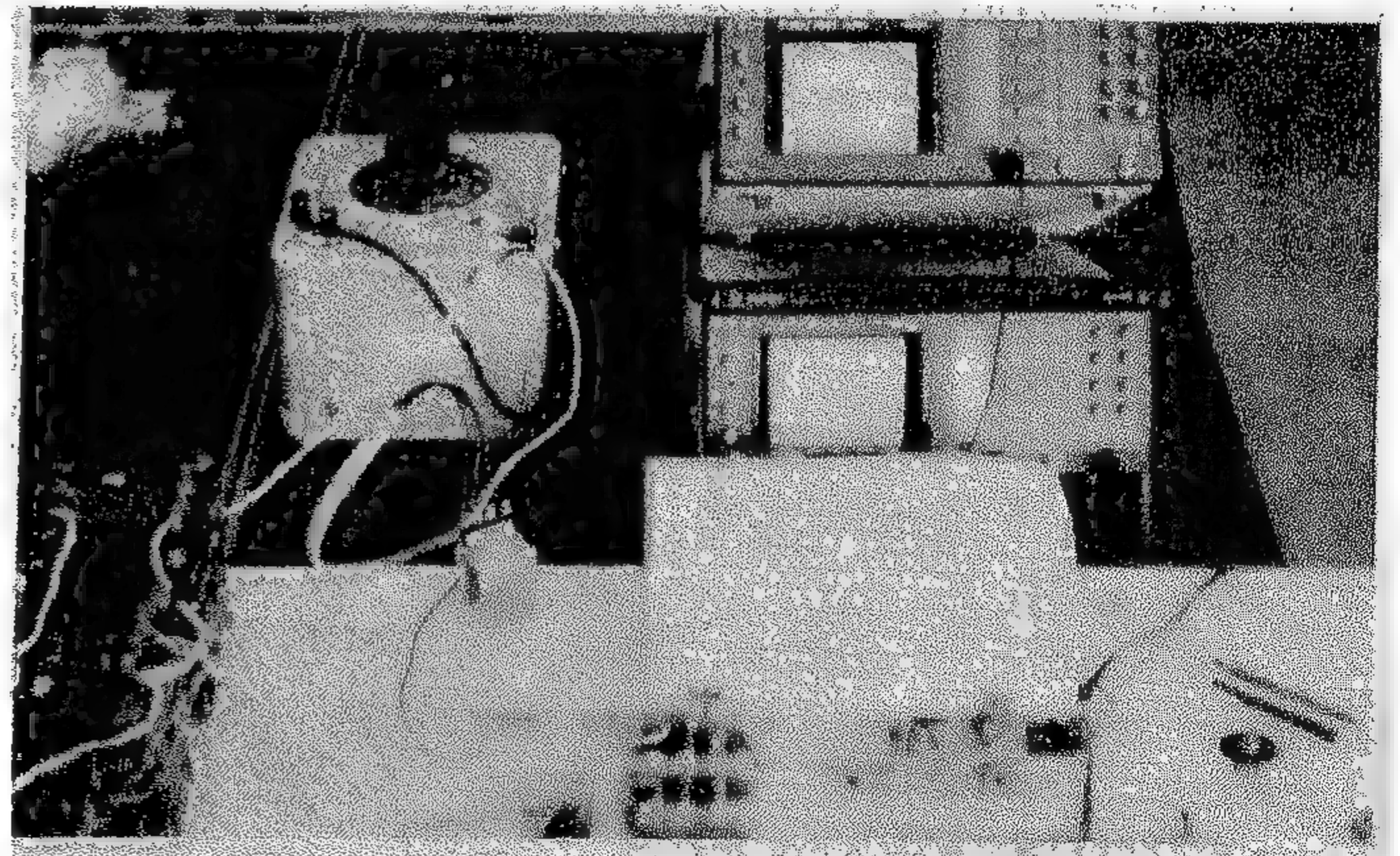


Fig. 6- Complete system



where  $B$  is very small with respect to  $K_p$  and could be neglected.

If  $T_s$  is the settling time, then:

$$T_s = K_p / K_I \quad (7)$$

Practically the settling time is taken in the order of 4 times the inverse of the roots of the characteristic equation. Consequently, the values of  $K_p$  and  $K_I$  can be determined approximately.

Applying the constructed simulation, the controllers constants which give the optimal dynamic performance can be determined exactly.

#### 4. SIMULATION RESULTS

A step function perturbation load torque of 33% of the rated torque was imposed to the motor and removed after 0.5 second, the steady state speed was 107 rad./sec. The speed and armature current were calculated and demonstrated by Fig. 3. The PI controller constants were changed by  $\pm 25\%$  from the optimal obtained values to test the dynamics sensitivity. Changes exist in the controller constants due to the temperature effect on the resistances.

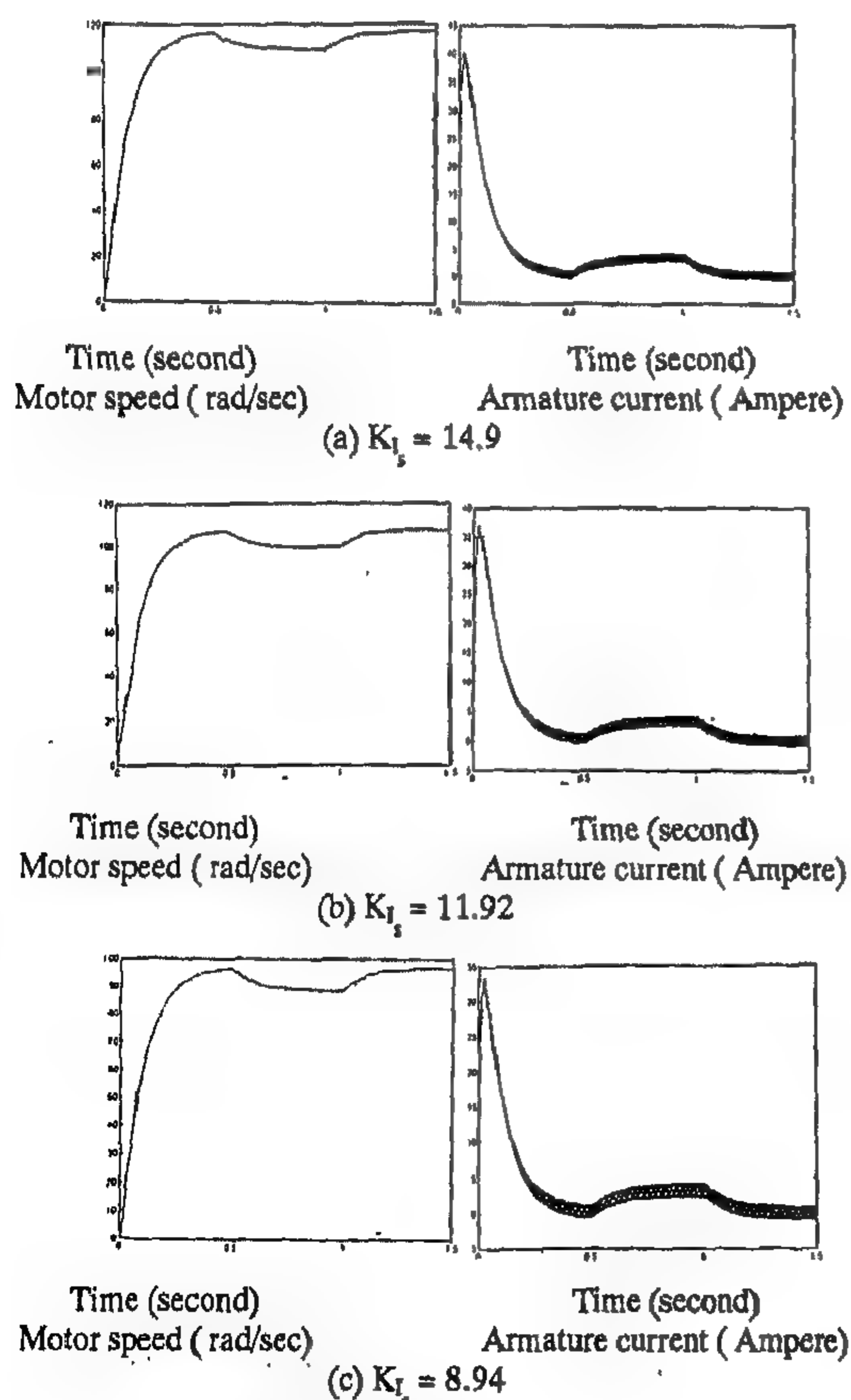


Fig. 3 - PI controller sensitivity for DC motor

The gain value of speed increases with the increase of  $K_I$ . It has its optimal value at  $K_I = 11.92$  and there is no overshoot in the speed response. The steady state response time is not affected by the controller constant variation. The armature

current overshoot is also increased with the increase of  $K_I$ , but the gain value has its initial value at the same value of  $K_I$ .

The ripples added to the current response is due to the output ripples of the rectifier without any filtration.

The incorrect determination of machine parameters, especially the armature time constant  $\tau_a$  affects the speed and current responses of the drive.

This paper shows the effect of variation of armature resistance due to temperature rise with the PI controller. The machine time constant is varied from the measured value by  $\pm 25\%$ . Fig. 4 shows the speed and current responses for a step up perturbation load torque.

The steady state response time decreases with the decrease of the machine time constant for both the speed and the current, but the overshoot current increases.

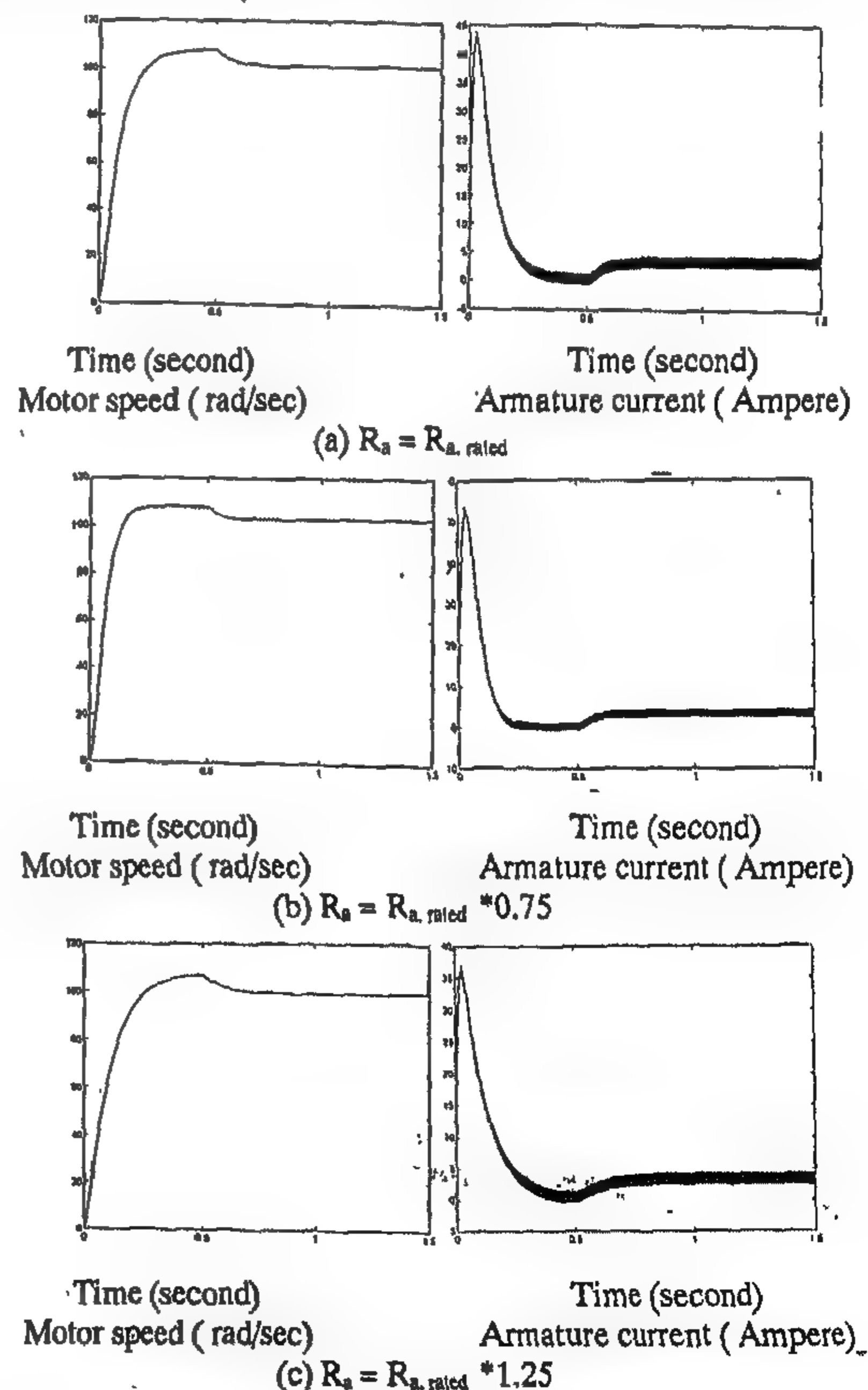


Fig. 4 - PI time constant sensitivity for DC motor

$K_t$	torque coefficient.
$J$	system moment of inertia.
$\tau_m$	mechanical circuit time constant.
$G_a$	gain of armature converter.
$G_f$	gain of field converter.

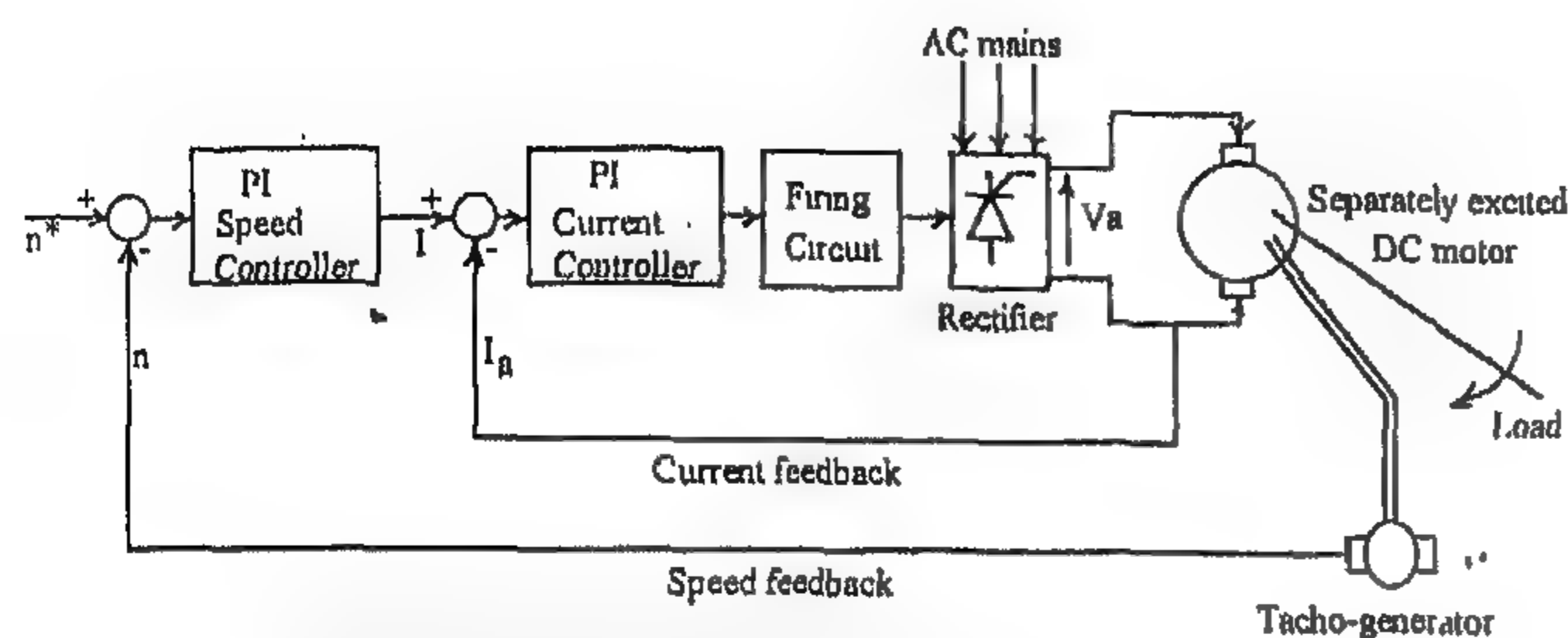


Fig. 1 Simplified block diagram of the complete DC motor system.

Fig. 1- Simplified block diagram of the complete DC motor system.

The other subsystems such as the 3-phase controlled rectifier, filter, feed back element, controller, and firing angle circuit are simulated using the MATLAB-software without any severe assumptions. The rectifier firing angle is determined according to the armature current error signal, through a comparison between this current and a saw tooth wave. The intersection of the two signals controls the firing of the rectifier thyristors, or through a look-up table. The computer simulator enables to represent the switching of the power electronics components as it occurs exactly, in the practical case.

### RECTIFIER SIMULATION

The rectifier out voltage is the armature input voltage. The operating logic of the rectifier and the generation of the firing pulses computer simulations are given by Fig. 2.

The block named generation of rectifier voltage is detailed in Fig. 2.a.

The 3-phase supply voltage input is represented by  $V_A$ ,  $V_B$  and  $V_C$ . The minimum level value of voltage without the ripples is  $V_\alpha$ , where  $V_\alpha = V_{\max} \sin(\alpha + 120)$ , ( $\alpha$  is the thyristor firing angle).

To represent the rectified line voltage  $V_{AB}$ , the logic condition of generation is:

If  $V_{AB} > V_\alpha$  and  $V_{CB} < V_\alpha$ , then period time is for  $V_{AB}$  (4)

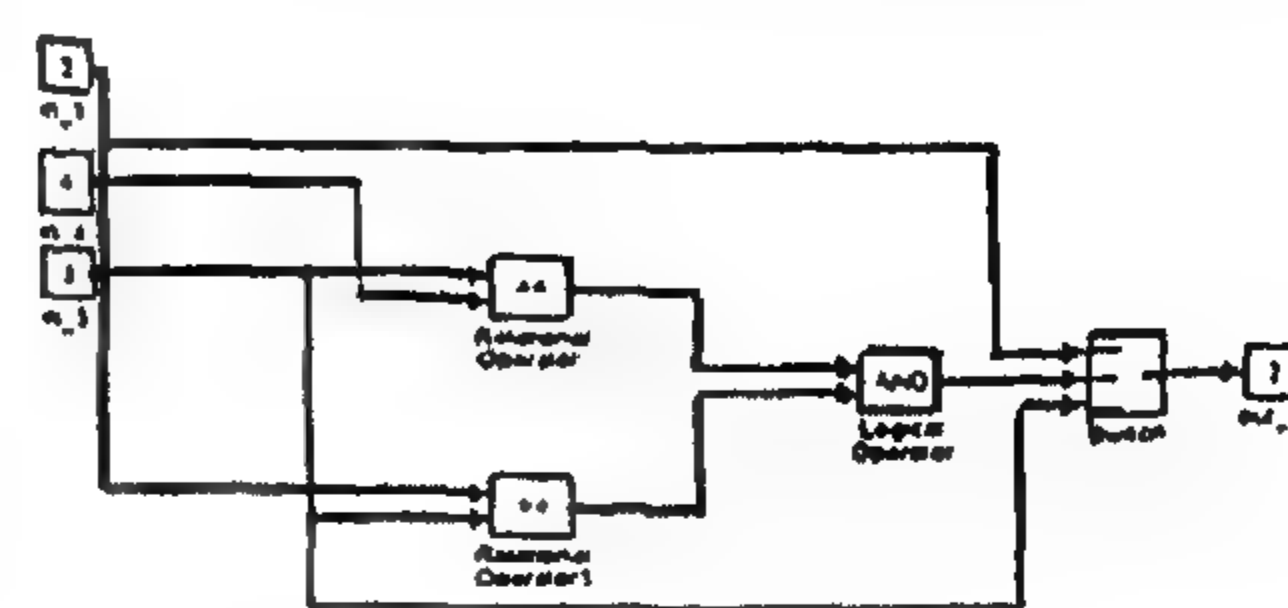
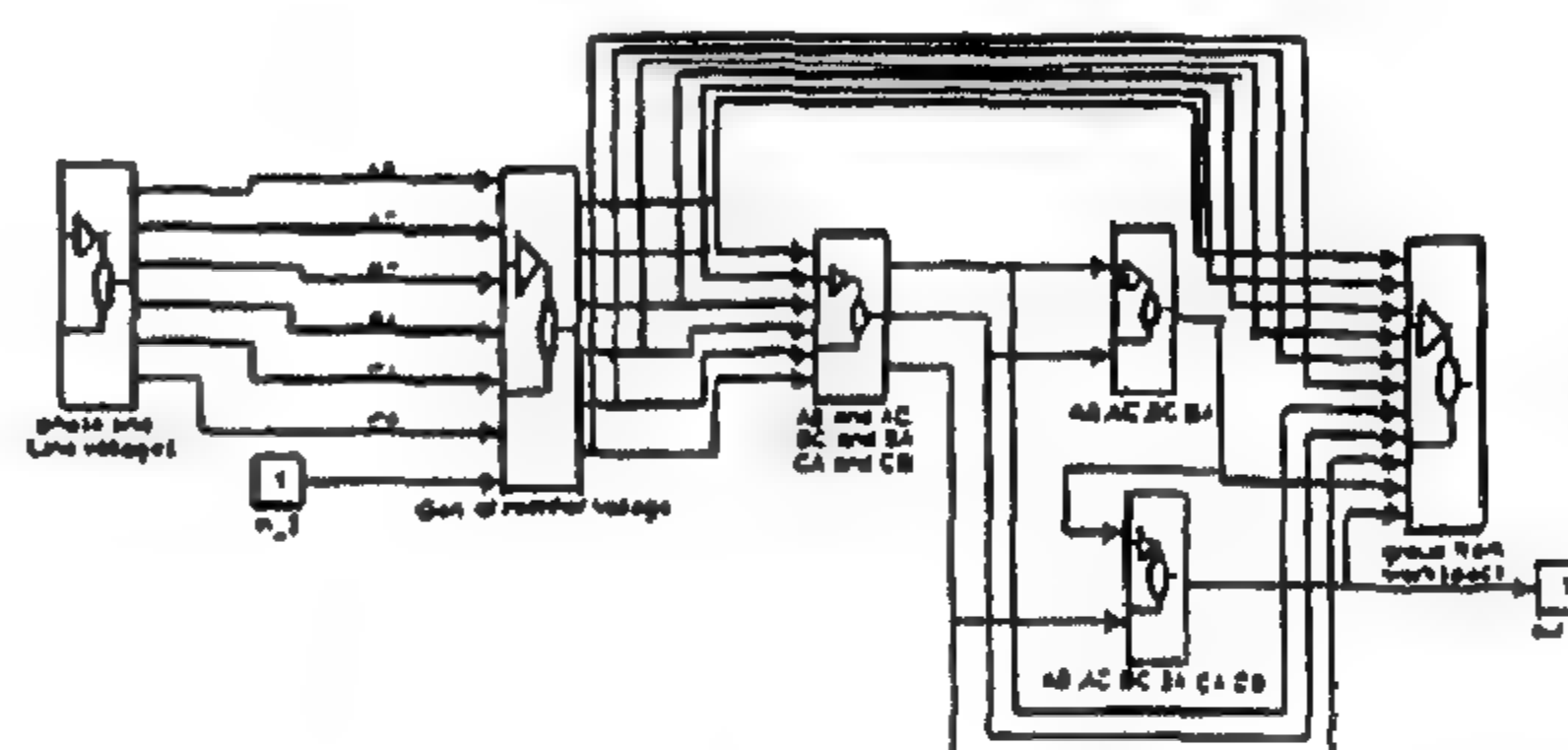
This logic equation is repeated to the six voltages  $V_{AB}$ ,  $V_{AC}$ ,  $V_{BC}$ ,  $V_{BA}$ ,  $V_{CA}$  and  $V_{CB}$ . To generate a rectified line voltage which is extending over  $\pi/6$  at  $\alpha = 0$ , each two generated voltages from repeating equation (4) must be compared with the next line

voltage with the following logic:

If  $V_{AB} > V_{AC}$ , then generate  $V_{AB}$  to output.

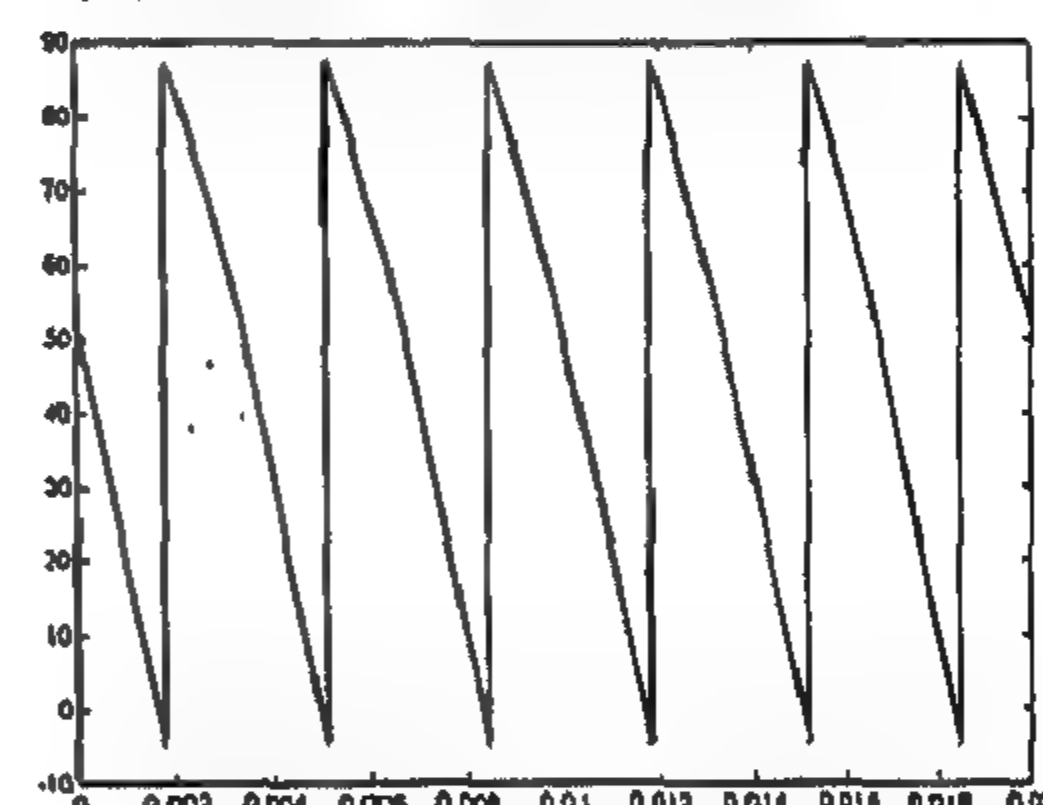
If  $V_{AB} < V_{AC}$ , then generate  $V_{AC}$  to output.

The rectifier simulator output is given in Fig. 2b, at  $\alpha = 0$

Generation of rectified line voltage ( $V_{AB}$ )

The operating logic of the rectifier

(a) The rectifier simulator details



(b) The output voltage of rectifier

Fig. 2- Rectifier simulation

### 3. DETERMINATION OF THE CONTROLLER PARAMETERS

The system characteristic equation is deduced considering a first order mechanical or electrical system separately, by simplifying, Fig. 1. The simplified characteristic equation is given by:

$$S^2 + ((B + K_p)/J) \cdot S + K_t/J = 0 \quad (5)$$

where

$K_p, K_t$  are the proportional and integral controller parameters.

$B$  friction constant.

$S$  is Laplace operator.

To obtain a stable system without oscillation, the roots of the characteristic equation must be real.

$$\text{As a result, } K_p^2 \geq 4 \cdot K_t \cdot J \quad (6)$$



# REALIZATION OF CONTROLLERS FOR DC AND VECTOR CONTROLLED INDUCTION MOTORS

By

Farouk Ismail\*, Osama Mahgoub\*, Hisham El Khashab\*\*, & Ahmed Oshiba\*\*

## ABSTRACT

Controller constants play an important role in electric drive system dynamics. The vector control permits to consider the induction motor as an equivalent separately excited DC machine; as a result, the dynamics of the two machines are compared. Experimental realization and computer simulation are constructed under PI and PID controllers.

A sensitivity study for the controllers constants and for the machines time constant is carried out and demonstrated for both machines under the same conditions. The computer simulation of the electric drive systems is constructed using the MATLAB-SIMULINK software package.

## KEYWORDS

- Modelling of electric drives.
- Simulation of electrical drives.
- Control of electrical machines.

## 1. INTRODUCTION

Variable speed electrical drives represent one of the technological keys of modern industry. Now power electronics systems have mainly one or more of converters. It can be a rectifier to convert AC to DC or any combination of both.

The complete system simulation can be developed after describing the system components models, control algorithms, and then the computer programs. The power electronics system model is generally nonlinear with mixed analog and digital circuits with wide ranges of time constant. The main purpose of computer simulation is to verify the design concept. With this simulator, stability and dynamic performance of the system may be assessed, control laws verified, controller constants varied, checked and tuned for optimal dynamic response.

The controller constants affect greatly the system dynamic performance. This effect is varying according to the applied system. The effects of controller constants variations can be compared between AC and DC systems. The DC system simulation has been studied by many authors such as [1], [2] and [3], while the vector controlled simulation and sensitivity have been studied as in [4] and [5].

This paper presents a realization of a computer simulator to a power electronics speed controlled DC motor to realize the optimal PI & PID controllers with

the optimal dynamic response, besides an experimental verification for the simulation results.

However, the DC motor is analogous to the vector controlled induction motor, the same principle of determining the speed controller constants is taken and the optimal dynamic performance is realized.

## 2. DC MOTOR SYSTEM IDENTIFICATION

The separately excited DC motor speed controlled system under consideration is shown by Fig. 1. The mathematical model of the DC motor can be written as follows:

$$dI_a/dt = -I_a/\tau_a - K_e \cdot I_f \cdot n/L_a + G_a V_a/L_a \quad (1)$$

$$dI_f/dt = -I_f/\tau_f + G_f V_f/L_f \quad (2)$$

$$dn/dt = -n/\tau_m + K_t \cdot I_f \cdot I_a/J - T_L/J \quad (3)$$

where,

$I_a$	armature current.
$I_f$	field current.
$V_a$	armature voltage.
$L_a$	armature winding inductance.
$L_f$	field winding inductance.
$\tau_a$	armature circuit time constant.
$\tau_f$	field circuit time constant.
$n$	rotor speed.
$T_L$	load torque.
$K_e$	back e.m.f coefficient.

\* Faculty of Engineering, Cairo University.

\*\* Electronics Research Institute, El Tahrir street, Dokki, Cairo.

second variant declares the direct effect on the pdf of input to storage from higher tendency of discharging mode (the most left), to higher tendency of charging mode (the most right). These two extreme cases are practically unaccepted. Thus changing the combination between WECS and PV-modules to ascertain a charging area higher than discharging area would be the lower limit, upon which the suboptimal design is to be figured. The upper limit to be realized is the economical features of the whole system, which finally specifies the optimal configuration of the hybrid system. In the economical evaluation, capital and running costs of all the system components are to be included.

#### APPENDIX A

The manufacturer's parameters of the wind turbine

used in the study :

* Manufacturer	: North Wind Power Co.
* Type	: Horizontal - Axis
* Rated power output	: 2 KW @ 9.8 m / s
* Cut- in wind speed	: 3.6 m / s
* Rated wind speed	: 9.8 m / s
* Cut- off wind speed	: 22 m / s
* Rotor blade diameter	: 4.15 m

#### APPENDIX B

The manufacturer's parameters of the PV generator used in the study :

* No. of parallel strings	: 18
* No. of cells in each string	: 324
* Resistance of each cell	: 0.05 ohm
* Reverse saturation current	: 0.5 mA
* Photocurrent for 100% insolation	: 0.8 A

#### REFERENCES

- 1- R.Ramakumar, et. al., "Design Scenarios for Integrated Renewable Energy Systems", *IEEE Trans. on Energy Conversion*, Vol.10, No.4, December 1995, pp.736-746.
- 2- B.S.Borowy, Z.M.Salameh, "Optimum Photovoltaic Array Size for a Hybrid Wind/ PV System", *IEEE Trans. on Energy Conversion*, Vol.9, No.3, September 1994, pp482-488.
- 3- I. Abouzahr, R.Ramakumar, "Loss of Power Supply Probability of Stand-Alone Photovoltaic Systems: A Closed Form Solution Approach", *IEEE Trans. on Energy Conversion*, Vol. 6, No.1, March 1991, pp.1-10.
- 4- I.Abouzahr,R.Ramakumar, "Loss of Power Supply Probability of Stand-Alone Wind Electric Conversion Systems: A Closed Form Solution Approach", *IEEE Trans. on Energy Conversion*, Vol.5, No.3, September 1990, pp.445-452.
- 5- *Wind Atlas For The Gulf of Suez*, Prepared by Egyptian Renewable Energy Development Organization, EREDO, October 1994.
- 6- A.Balouktsits, PH. Tsalides, "Stochastic Simulation Model of Hourly Total Solar Radiation", *Solar Energy*, Vol.37,No.2,1986,pp.119-126.
- 7- M.A.Mosalam Shaltout, M.T.Y.Tadros, "Typical Solar Radiation Year for Egypt", *Renewable Energy*, Vol.4, No.4,1994,pp.387-393.
- 8- *Operations Research*, Hamdy A. Taha, Macmillan Publishing Co., Inc., 1982.



### -Variant II :

For this variant, starting again from the base case, the number of WECS is increased in steps, for each the pdf and energy input to storage are calculated. In analogy with variant I, the numbers given to the curves indicate the number of wind turbines installed, e.g. number 2 refers to the dotted curve as well as describes the results of a combination of 1 PV- module and 2 wind turbines. As seen from figure (5), the pdf of input to storage is shifted to the right each time the number of WECS is increased. Also, the ratio between the charging area E1 and discharging area E2 is altered, showing an upwards shifting of the power curve. Figure (6) shows this behavior for load range 1: 4 Kw. The same trend is given in figure (7) for load range 3: 6 Kw.

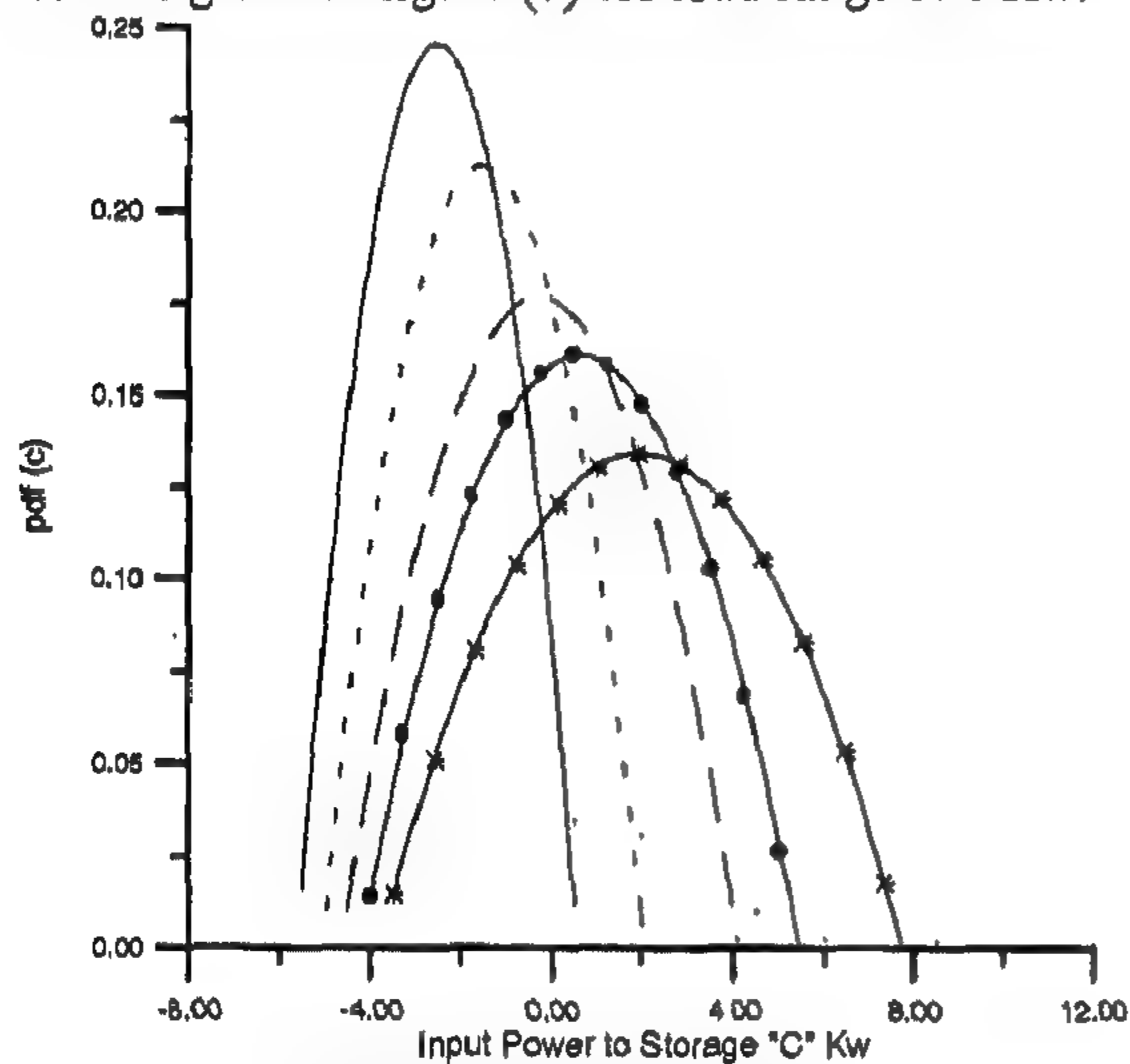


Fig. -5. Probability density function of input power to storage for different number of WECS

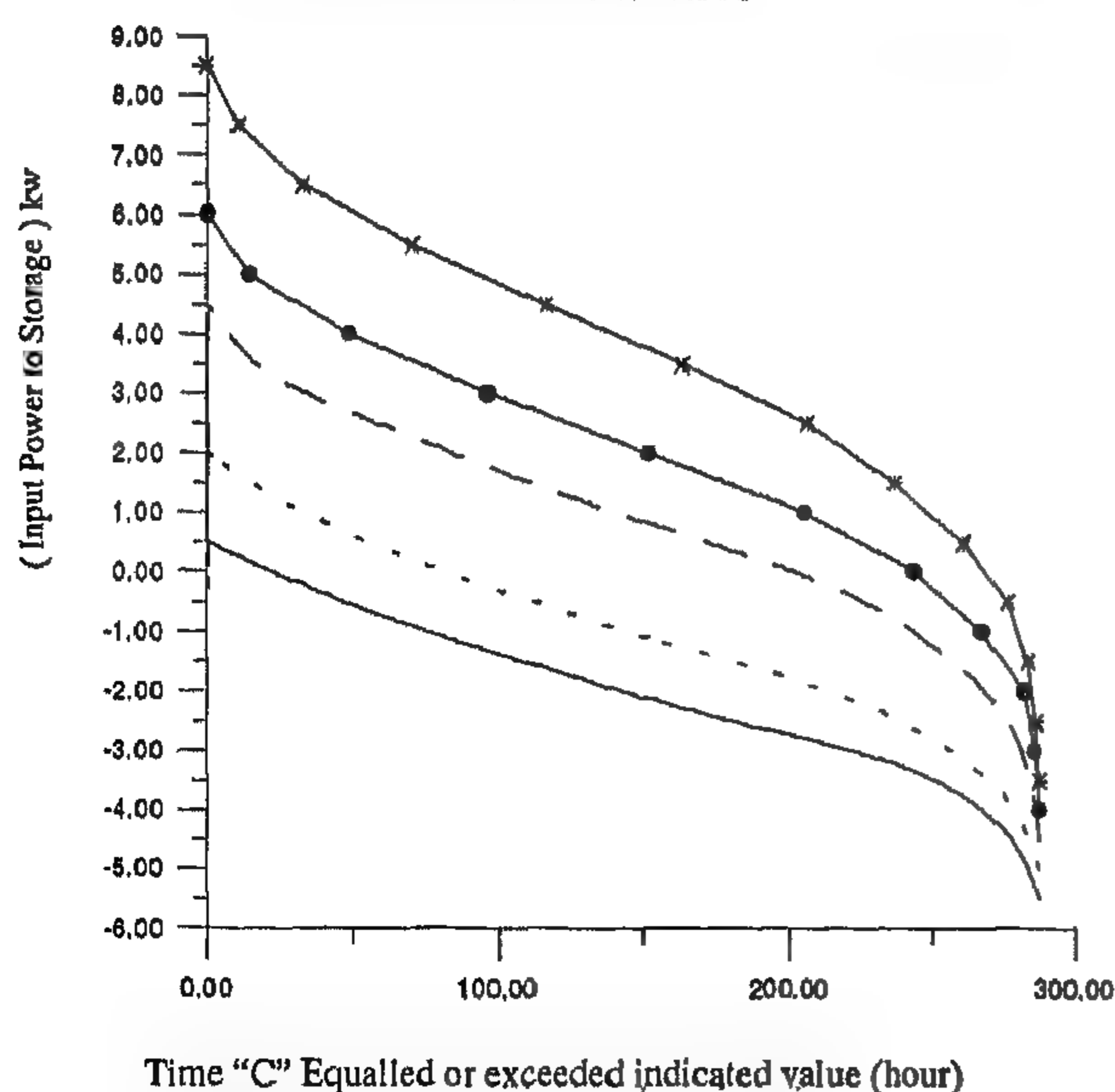


Fig. -6. Duration curves for the input power to storage for different number of WECS  $L_{min} = 1 \text{ Kw}$  ,  $L_{max} = 4 \text{ Kw}$

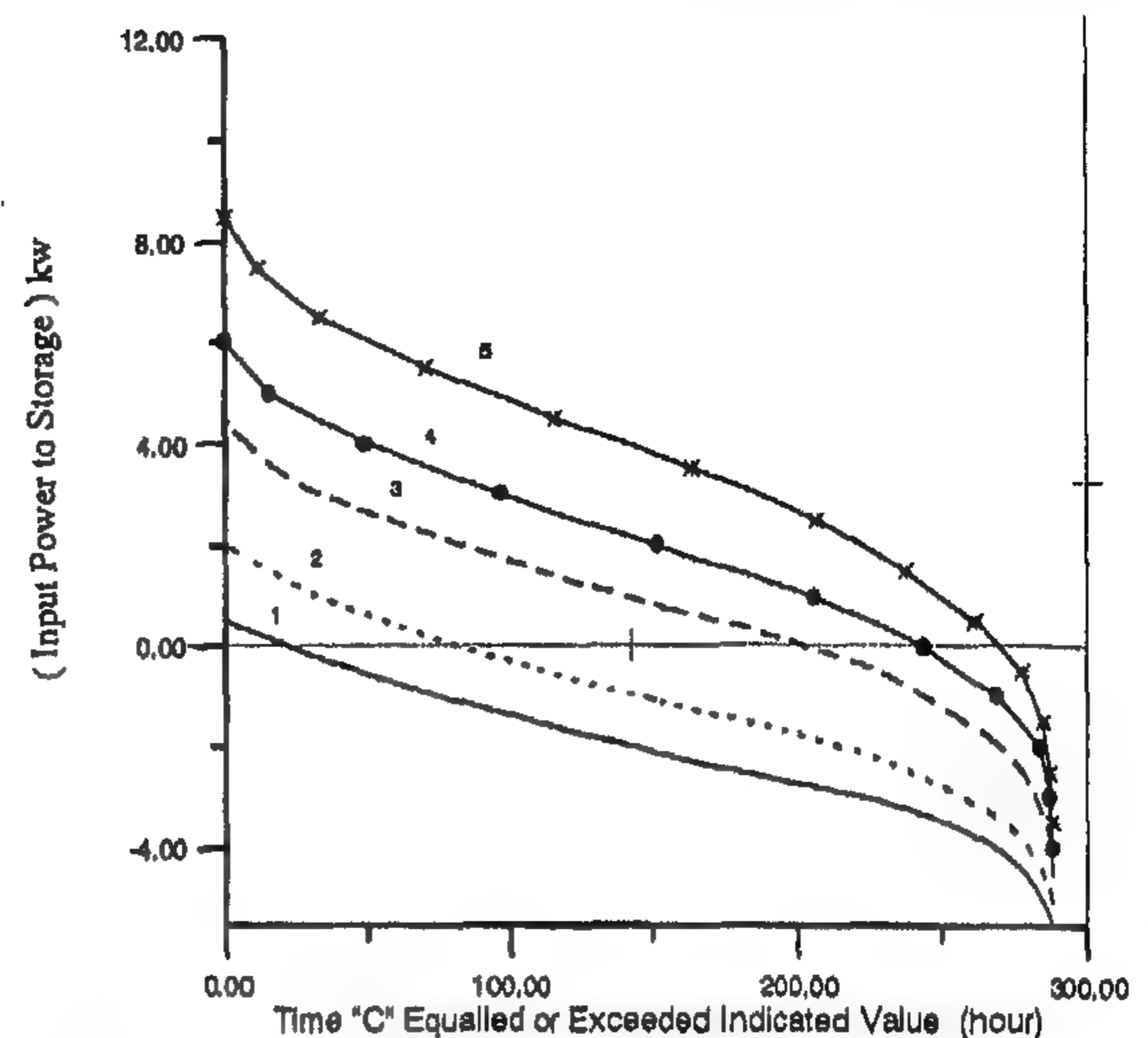


Fig. -7. Duration curves for the input power to storage for different number of WECS  $L_{min} = 3 \text{ Kw}$  ,  $L_{max} = 6 \text{ Kw}$

Figure (8) shows the reduction of the battery capacity required with increased number of WECS for two different loading conditions. For case 1, a reduction of 75 % from the base case is gained by adding 4 units of WECS. This reduction is almost equivalent to 200 Ah. For case 2, the reduction is 46 % of the base case.

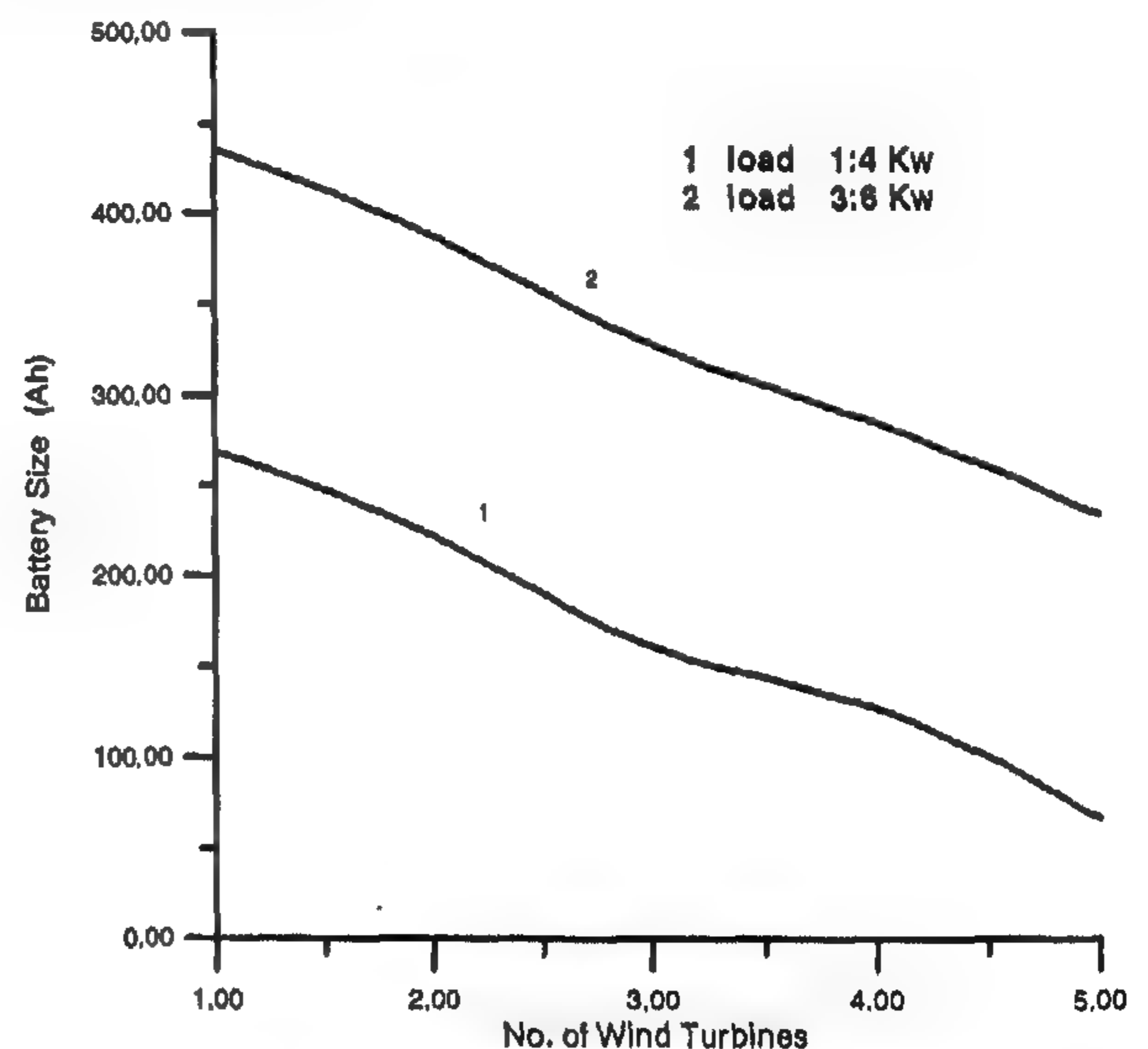


Fig. 8- Required battery capacity for different number of WECS

### CONCLUSION

It is evident that, the LPSP technique is a powerful tool to be implemented in the design phase of hybrid systems. It has the capability to encounter the probabilistic nature of the load demanded and the energy generated. It also enables the designer to test different variants. The first variant tested shows that, changing the number of PV-modules is not that much effective in reducing the storage capacity required. While the

A typical duration curve for the random variable  $C$  "power input to storage" is shown in figure(2). If a value of  $C_1$  can be found such that the difference between the areas  $E1$ ,  $E2$  is the allowable energy depletion from the storage system, Then the value of LPSP is given by :

$$LPSP = \int_{P_{min} - L_{max}}^{P_{max} - L_{min}} f_c(c) d(c) \quad (8)$$

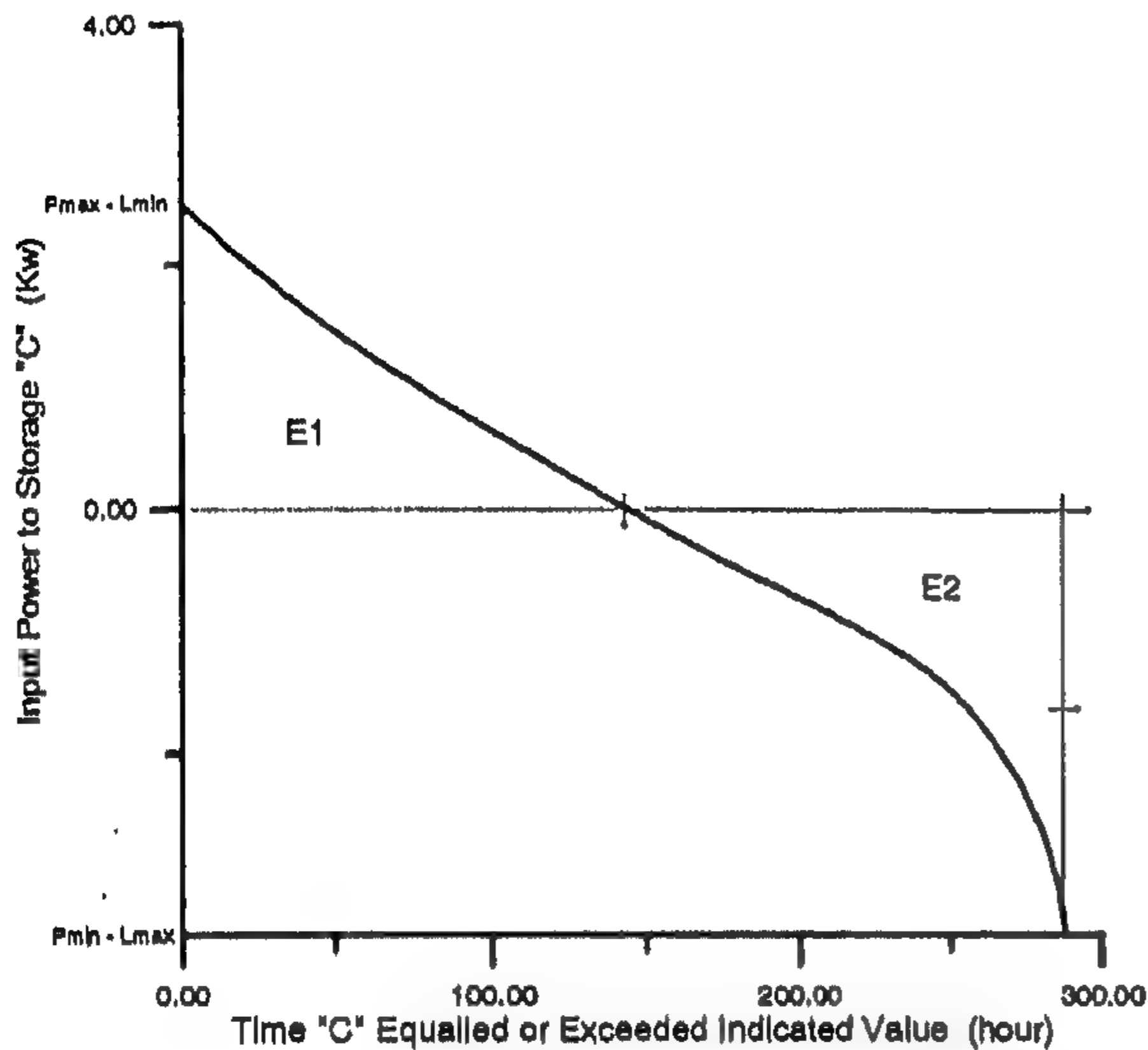


Fig. 2- Duration curve for the power input to storage

In design phase, LPSP is one of the design control parameters having certain value (say 0.01) depending on the nature of the load supplied.

## RESULTS AND CONCLUSION

### Results

To show the significance of the LPSP technique in optimally design hybrid systems, keeping in mind to satisfy the technical constraints as well as the economic constraints, a case study is introduced. The assumptions of this case study are as follows:

- 1-The LPSP is to be kept at 1% level.
- 2-A forecast load is uniformly distributed between a minimum value of 1 Kw and maxim of 4 Kw.
- 3-The metreological data of the north-west coast and Red-Sea coast of Egypt are used to choose the WECS and PV- module ratings of 2 kw , 1.5 kw respectively.

Apply the LPSP technique to design the hybrid system needed to supply the given load, two variants are considered, which are :

#### - Variant I :

Starting from the base case of having one unit of each of the WECS and PV-module, the number of PV-

modules is increased in steps. At each step , the capacity of the storage system required is calculated. The results are given in figure (3), from which it can be seen that increasing the number of PV-modules from 1 to 4 Kw causes a battery capacity reduction of 16.6 Ah ; 5% of the base case.

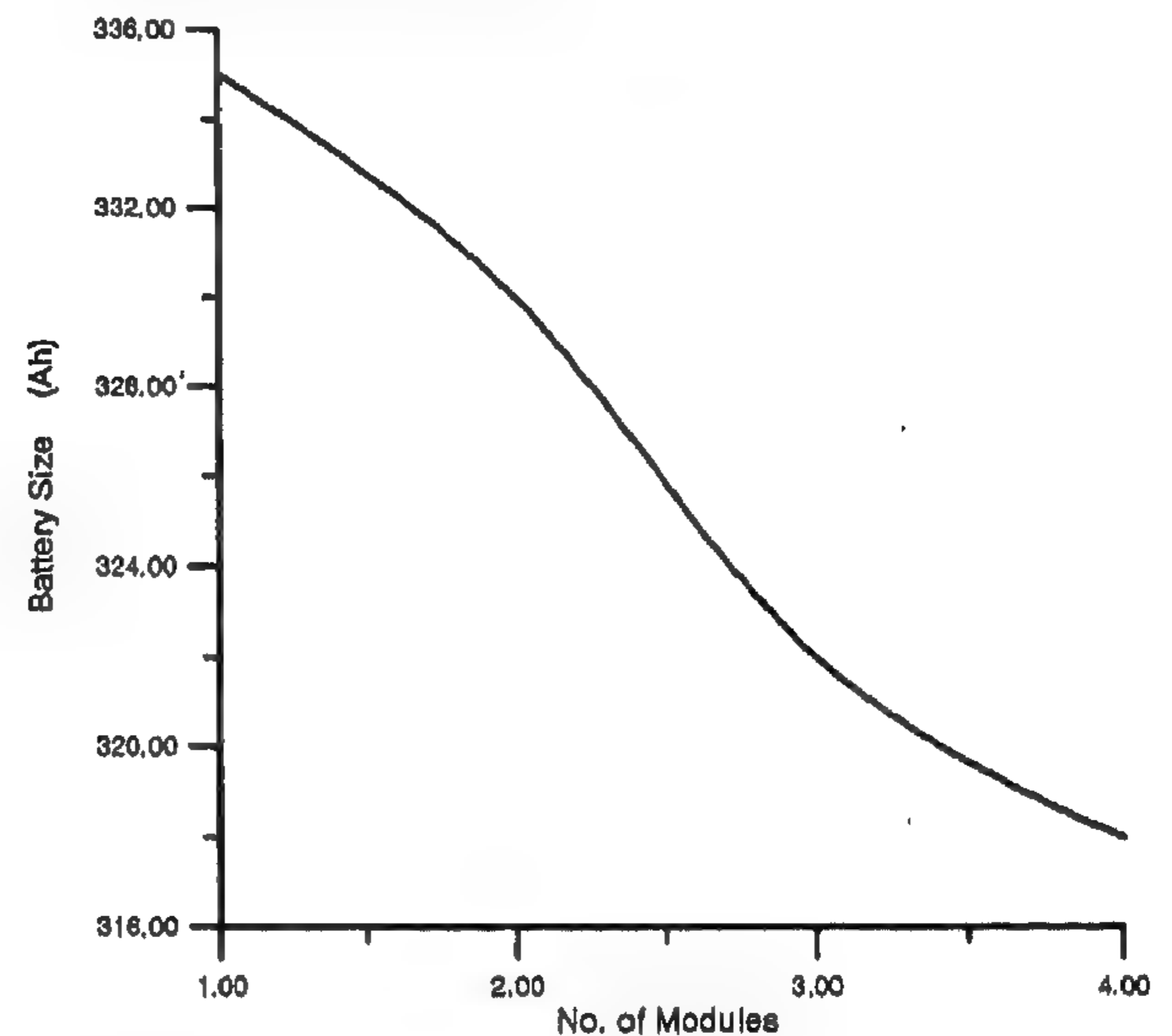


Fig. 3- Required battery capacity for different number, of PV- modules

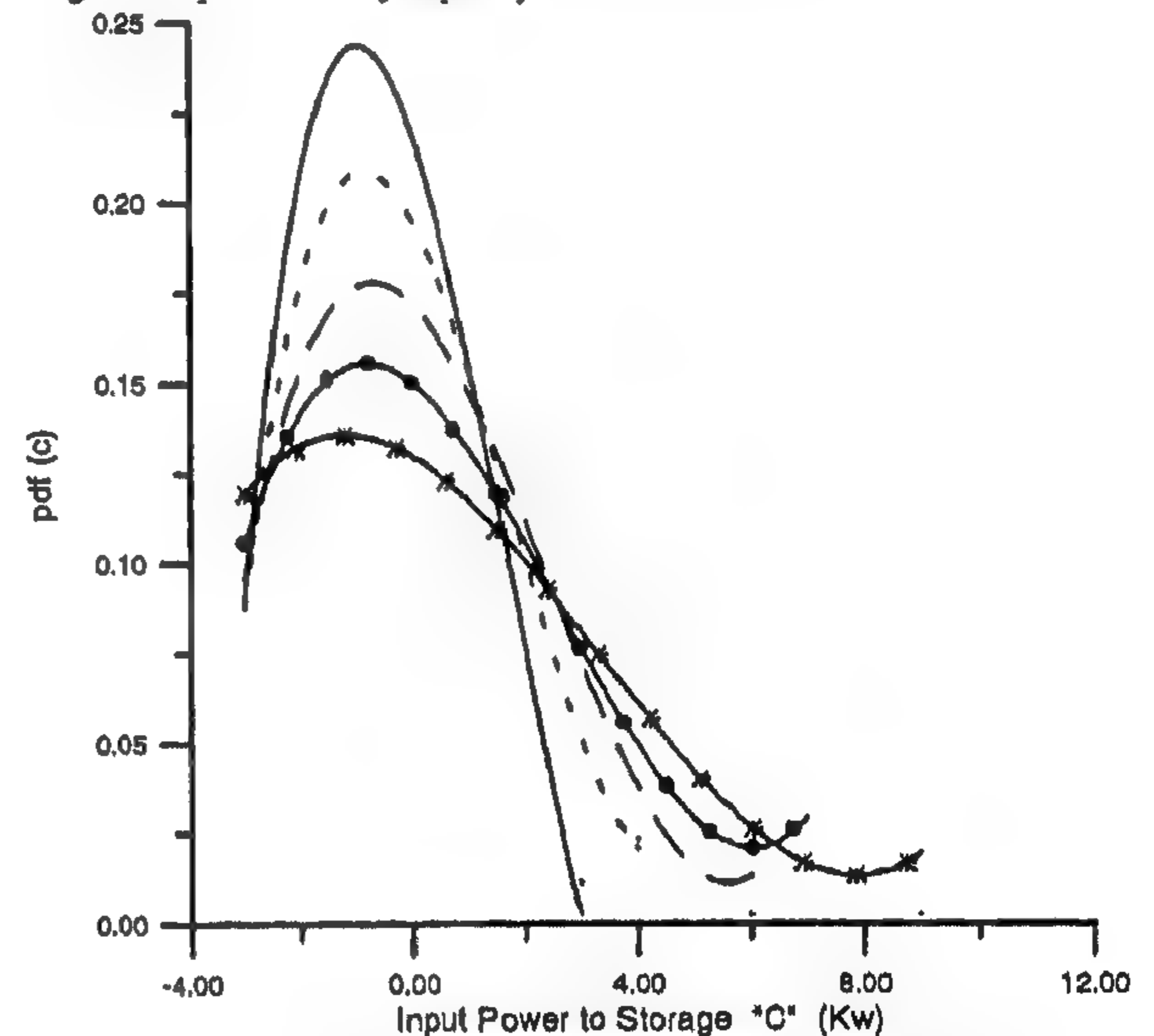


Fig. 4- Probability density function of input power to storage for different number of PV- modules

Figure (4) shows the pdf of input to storage for different No. of PV-modules. Numbers given to the curves indicate the number of PV-modules installed. For all cases, only one WECS is considered. Since the quantity  $(P_{min} - L_{max})$  depends on the number of WECS used and maximum load, all the cases studied would have the same starting point. However, for increased number of PV- modules, the pdf- curves should be shifted from the right.



study can be assessed by employing suitable models for the power output of WECS and PV-system and for the load.

Wind Speed

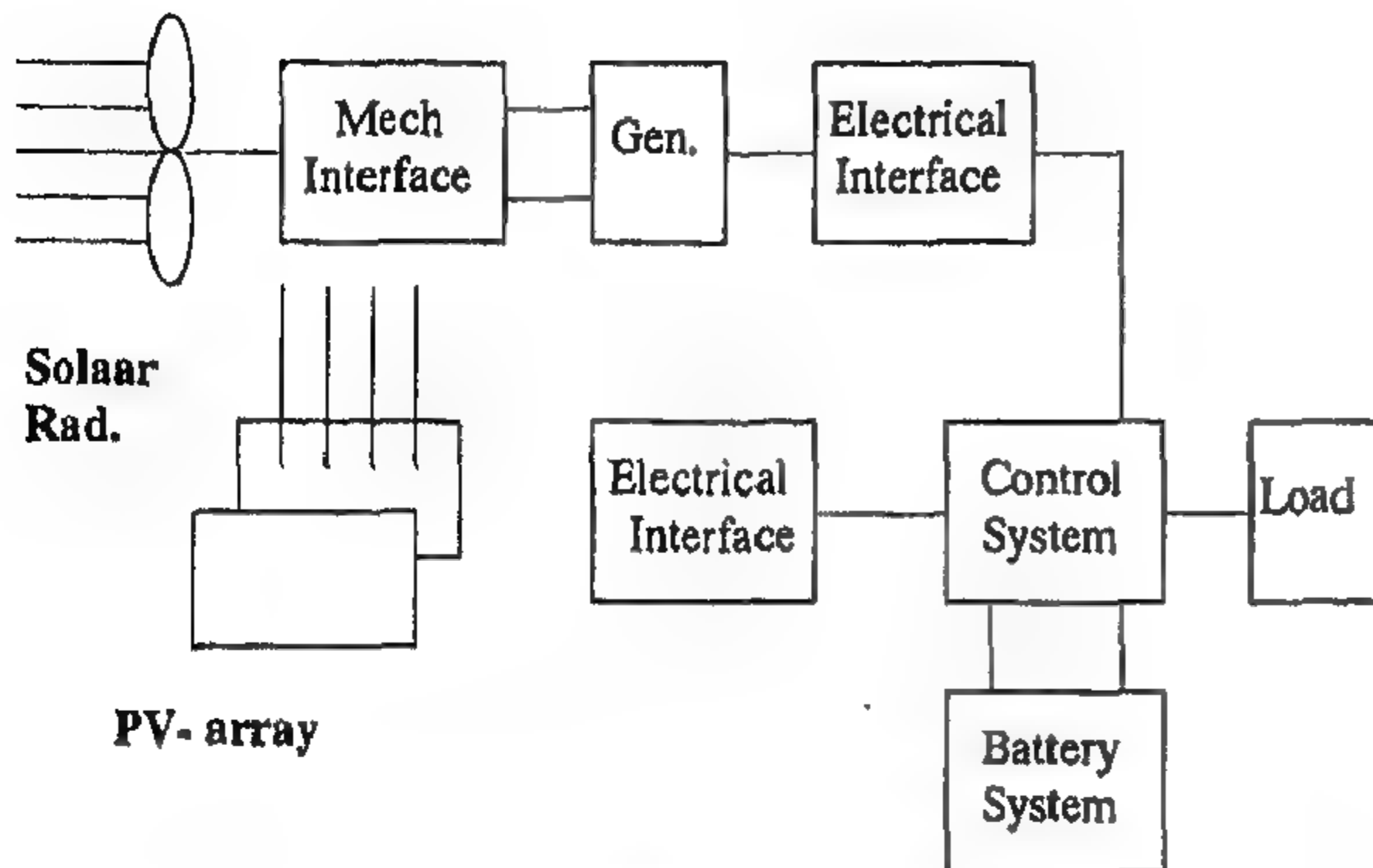


Fig. 1- Schematic diagram of the system under study

### Wind Energy Conversion System Model

To determine the output power of the WECS it is basically evident that the wind speed distribution for selected sites and the chosen wind turbine type as well, are the factors to be considered. Since the wind speed is a random variable, a long term meteorological data is desirable to describe the sites of wind energy potential. As a case study of Egypt, the measured wind speeds for sites on the north-west coast and on the Red-Sea coast are considered in this study [5].

The characteristics of the WECS can be described as a function of the wind speed as follows:

$$P_w(v) = \begin{cases} \frac{v - V_c}{V_r - V_c} P_r & \text{for } V_c \leq v \leq V_r \\ P_r & \text{for } V_r \leq v \leq V_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Based on the available wind speed range, a wind turbine is selected whose technical parameters are given in appendix A. It is to be mentioned, that the chosen wind turbine has a speed working range wider than the available wind speeds. Therefore, the wind turbine will deliver power for all wind speeds.

### Photovoltaic System Model

On an hourly basis, having the solar radiation data for the selected sites, the power output of the PV-module can be calculated [6],[7]. a PV-module is selected for this study. The technical parameters of this module are given in appendix B. The

characteristic equations of the PV-module are :

$$V = -0.91 + 23.68 \left( \frac{14.4\phi - I}{.009} + 1 \right) \quad (2)$$

$$P = VI \quad (3)$$

A Maximum Power Point Traker (MPPT) is used to extract the maximum available power at every insolation level.

### Load Model

As known, in the design phase the load to be considered could be a combination of existing load and forecast load. The estimation of the second portion of load depends on the available data, the skill and techniques used by the designer. Therefore, to accommodate the variety of loads that are encountered in practice, the load is assumed to be uniformly distributed between a maximum value of  $L_{max}$  and a minimum value of  $L_{min}$ . The corresponding probability density function is given as :

$$f_L(\ell) = \begin{cases} \frac{1}{L_{max} - L_{min}} & \text{for } L_{min} \leq \ell \leq L_{max} \\ 0 & \text{for otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

### LPSP Calculation

The power input C to storage system is controlled by the following equation :

$$C(t) = P(t) - L(t) \quad (5)$$

where,

$$P(t) = P_w(t) + P_{pv}(t) \quad (6)$$

It is to be noticed that since the power generated by the hybrid system and the load supplied are time dependent, the amount of energy stored is also time dependent. However, C(t) can not be allowed to fall below a certain minimum value or to exceed a certain maximum value, both specified based on lifetime and safety considerations. The probability of encountering that minimum value in which the whole system would not be able to supply the load is the Loss of Power Supply Probability (LPSP).

Assuming that P(t) and L(t) are statistically independent, the probability density function  $f_c(c)$  for the random variable C is found by convolving the pdf of P and L [8]. Thus, the pdf of power input to storage is given as :

$$f_c(c) = f_p(p) * F_L(-c) \quad (7)$$

## OPTIMUM SIZING OF STORAGE FACILITIES USED IN PV / WIND AUTONOMOUS SYSTEM

By

Fadia M.A. Ghali \*, M. M. Abd El Aziz \*\*, F.A. Syam \*

### ABSTRACT

In this paper, a PV / Wind hybrid autonomous system with a battery bank as a storage subsystem is optimally designed to supply pre-specified load. The implemented design criteria are the Loss of Power Supply Probability (LPSP). For selected locations, long term data of wind speed and irradiance recorded for every hour of the day are deduced to produce the probability density function of combined generation. For considered load distribution, the probability density function of the storage is obtained and consequently the battery size is calculated to give the relevant level of the system reliability using the LPSP technique. Different combinations of PV / Wind system are tested, for each the optimum size of storage facility is determined.

### INTRODUCTION

Interest in renewable energy sources is at its highest level since the oil embargo of 1973. In addition to the realization of the economic and geopolitical goals of existing and planned conventional non-renewable energy power plants, environmental concerns are playing an important role emphasizing the need to renewable energy sources. Economic aspects of renewable energy technologies are sufficiently promising at present to cope with the development of markets. One of the most promising markets for renewables exists in supplying energy to remote areas specially in developing countries.

For technical, economic and environmental reasons, it should be kept in mind to avoid the implementation of a variety of locally available resources to supply the demand by employing Integrated Renewable Energy System (IRES). As known, the renewables are intensive global energy scenarios[1]. Thus moving towards reality, the question of designing IRES to optimize an objective function such as capital cost or cost of energy takes on an increasing importance. The wide variety of renewable energy resources and their highly site-specific and variable nature, coupled with different types and qualities of energy needs, pose a challenging problem to the designers of IRES.

Today, wind and PV generators are utilized in many applications such as water pumping, lighting, electrification and telecommunication in remote areas. Such systems are usually equipped with diesel generators to meet the deficit in power generated.

interactive operation and insured supply of fuel. Therefore the cost of the whole system along with its maintenance is comparatively expensive. To eliminate the need of a diesel generator, a battery bank can be used.

Now, the question that the designers have to answer is: Which hybrid configuration is the optimum for a specific load? Previous works attempted to find out the best configuration by changing the number of PV-modules only [2]. Several approaches have been proposed to design IRES such as linear programming, goal programming, and probabilistic approach involving loss of power supply probability [3], [4].

The purpose of this paper is to implement the loss of power supply probability technique to find the optimum size of the battery storage sub-system coupled with a hybrid PV-wind autonomous system.

### SYSTEM DESCRIPTION AND MODELS

#### System Description

The system under study is shown in figure (1). A WECS is connected to the control unit through an appropriate electrical interface. In parallel a PV-array is also connected to the control unit. Interaction with the storage system is assumed to be bi-directional; excess energy generated by the WECS and PV-system is conditionally supplied to the batteries to be charged. On the other hand, deficit of energy will be drawn from the batteries in the discharging phase to supply the demand as needed.

Thus the performance of the hybrid system under

Diesel generators requires the control of their

\* Electronics Research Institute, Dokki - Giza- Egypt.

\*\* Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.



## REFERENCES

1. "Social Aspects of Housing and Urban Development" , United Nations Report; 1967.
2. David D. Gow, and Jerry Van Sant, "Participation in Community Development" , Community Action Periodicals, Action Vol. 1, No. 6. 1983.
3. Hala Karash, "The Balance between Government and Users Involvement in Housing Provision in Egypt" , Housing International Conference, Cairo 1992.
4. Peter J. Swan, "Seven Asian Experiences in Housing the Poor" , 1980.
5. Ahmed Abbad, " Rural Housing and Development Program: Involving Landless Labourers in Village Development in GUJARAT STATE : INDIA" . Study in Seven Asian Experiences in Housing the Poor.
6. "Report on World Social Situation 1961". United Nations Publications, Sales No. 61; IV. 4.
7. Sandra True, "The Human Factor in Community Development", Community Action Periodicals, Vol. 1; No. 6, 1983.
8. "LIFETIME LEARNING ACT, 1975", Hearing Before the Subcommittee on Education of the Committee on Labor and Public Welfare, United States Senate; December 1975.
9. Vikram Bhatt, " The Self-Selection Process", An Effective Design Tool for Planning New Housing Developments published in Housing International Conference, Cairo 1992.
10. Christopher Alexander, "The Production of Houses", Oxford University Press, 1985.
11. Alejandro Cussianovich, S.D.B., "Religious Life and the Poor" , Orbis Books, 1981.
12. Talcott Parsons, and Edward A. Shills, "Toward A General Theory of Action", Harper Torchbook; the Academy Library, 1962.
13. Claude Leroy, "Effects of Social Environment on Physical and Mental Health", Research Paper in 'International Conference on Environmental Health' Yugoslavia, 1973.
14. Elizabeth, W. Fernea, and Robert A. Fernea, "The Arab World", Anchor Books, 1987.
15. Jacobus Tenbroex (Ed.), "The Law of the Poor" , Chandler Publishing Company, 1966.
16. Aiken, Michael T. and Paul E. Mott, "The Structure of Community Power," New York; Rndom House, 1970.
17. Hawley Willis D. and Frederick M. "The Search for Community Power", Englewood Cliffs, New Jersy, 1974.
18. Spiegel, Hans, "Citizen Participation in Urban Development", Washington; NTL Institute for Applied Behavioral Science. 1969.
19. "National Urban Leage. Toward Effective Citizen Participation in Urban Renewal", Prepared for HUD, New York: National Urban League, 1974.
20. Cassel Russel N., and Robert L., "Leadership Development : Theory and Practice", North Quincy : Massachusetts; Christopher Publishing House, 1975.

intermediate organizations that connect and organize the activities between authority and people towards the goal of upgrading and protecting the environment. The consequent result is the improvement of the quality of people's lives.

The Training Program for Women Will Take the Following Steps:

- 1- Selection of a group or groups of women who are leading figures or just have an incentive to be educated and trained.
- 2- The selection will be made after many informal discussions. Issues like community development, economic situation, health condition, training and education will be presented during those discussions.
- 3- The selected group will attend a training program and will become leaders ready to advise and train other.
- 4- The selected leaders will be given the chance to choose the appropriate education and training methods for the group; i.e., they automatically become members of the NGOs.
- 5- Donations from private firms or organizations would be encouraged. These donations could be in the form of money or physical products which might be used as incentives for women who finish the training courses.
- 6- Also these donations could be utilized to encourage women to improve the economic status for themselves and thus for their families. (example of these donations may be sewing machines, trico machines, ice cream machines,...etc.)
- 7- Training for women to use these machines will be also available at the intermediate organizations and thus supervised by the staff members. Women must be encouraged to attend regular meetings with the staff members to discuss issues that concern them and their environment.

**N.B.**

- 1- Those who will be working in the intermediate organizations or those who will be working to train others must carry certain qualifications such as commitment, creativity, experience of many training techniques,...etc.
- 2- The researcher believes that the audio-visual techniques, not structured meetings, and simulations will be the most effective methods in the case under study. This is based on extensive meetings with the people of the public housing projects.

## CONCLUSION

This paper discusses the following themes:

1. The first theme is the motivation, training and education programs for the target population to enhance their input in the community development.
2. The second theme is addressed around the possible ways to encourage the low income population to participate in improving the quality of the environment. This encouragement will be made possible after careful study of the social, behavioral economic, interests, strength and weakness aspects of the community.
3. This study goes further to define what participation means and how the concept of participation is different from the concept of self-help.
4. This study addresses the important role of the intermediate organizations to channel, organize and coordinate people's activities. The intermediate organization forms the link between the authority and people.
5. This paper concludes with suggested training programs for citizens to improve their level of awareness and thus enhance their participation outcome. These programs are for children, men, and women who live in poor residential quarters.



in a very informal setting and every one can be invited.

2. Ask them to discuss each problem and suggest solutions.
  3. Ask them how can they solve those problems to live in a better community.
- c- Through all the above sessions an education process will take place in the form of discussions, or slide presentation in a coffee break. Ready made solutions might also be discussed to examine the possibility of adapting them to the local situation.
- d- After these sessions divide them to small group sessions. Each group will be asked to choose a specific situation, open discussions for solutions and ask them for commitment to be achieved.
- e- Encourage them by probably, photographing an experimental site before development and after. Present the results to every one in the community and to the local authority. If possible, writing about their positive behavior in the newspapers, will create a lot of enthusiasm and motivation amongst themselves (this will make them feel they are heroes.)
- f- Take photographs or slides to the area before development and after development and make them see the difference and be proud of what they have achieved. Men who participated must be appreciated.
- g- The appreciation of men efforts who shared in community development could be both materialistic and sentimental.<sup>1</sup>

### C. Women

It is expected that women share positively in the community developmental programs. Unfortunately, many constraints inhibit women's role. These constraints are mainly as described by Afifa El Sayed: The absence of specific programs aiming at empowering women by arming them with the skills and knowledge that would enable them to improve their status, and indeed change the course of their lives by choosing the course of their own options.

The above statement might be true for women who got some education. The problem becomes more severe when women are illiterate. They need special programs that are tailored for them according to their qualifications. Sometimes, the society views those illiterate women as powerless. All what they can do is just stay home and take care of the children. To

address that phenomenon, it is necessary to set strategies for education and training that focus on the fields or issues women need to be trained in.

### Urban Women and Low - Income Housing

Urban women in low-income housing projects may be divided into two groups. The older generation that suffers from high rate of illiteracy and most of them are house wives. They stay home to take care of the children. They sometimes stand in a shop to sell cigarettes and soft drinks...etc. to help improve family economic status. The younger generation who currently enrolled in school or finished high or middle school. Some of them stay home and others work.

Some researchers argue that the reason for environment deterioration in the poor areas is poverty. Afifa describes "the poor misuse of the environment to meet their needs.." Others argue that the illiteracy, low level of knowledge and unawareness of how to keep the environment healthy are the reasons behind environment degradation in poor areas. Actually both view-points are right. There are reasons behind environment crisis such as poverty, unawareness, illiteracy,.. etc. . Therefore, poverty alleviation, training and education for women come at the top of the list of development priorities.

There is a direct link between environment deterioration and women; without their true participation, no development can occur. In order for them to be true participants and play their proper role as key actors, we must build their capacities and educate them through tailored programs that differ from one group to another. This is because we want to empower women for effective participation.<sup>2</sup>

### Programs for Women Education

There are two basic aims of these programs:

- \* First, to educate and train women to enhance their awareness and skills in general.
- \* Second, to educate them about the environment they live in and the possible ways to keep it healthy, and how the healthy environment will be reflected on their well-being for all aspects of life.

There is a strong belief that in order for these programs to succeed, they have to be initiated from certain organizations and probably a non governmental ones (NGOs). Their main agenda is set up by the government. In other words the NGOs will act as

1- Materialistic, in the form of winning money, machines such as radios, televisions, bicycles, ..etc.

Sentimental, will be through appreciation and visits to the action site by ministers, officials, and probably actors and famous people .

2- It is extremely important to educate women, because they raise the members of society with habits that may improve or deteriorate the environment.



any poor neighborhood in the United States, or in the poorest rural village in Africa or India. Of course this generality does not deny that each community has its distinguished characteristics from others. This requires that these methods will be tailored to suit unique cultural, economic, and social realities.

The ICA work started in 1963 in an area known as "Fifth City", a black ghetto in Chicago west side. That area represented the worst example of urban decay and human desperation. In cooperation with community leaders, the ICA staff members developed and implemented series of tactics to reverse the negative image. In 1970 ICA extended its work to two other communities abroad, the depressed Aboriginal community of Oo mbulgurri in west Australia and the economically destitute atoll of Majuro in the Marshall Islands. The Fifth City model encompassing economic, cultural, and social development was refined in those locations.<sup>1</sup>

The components of the process the ICA developed to recover those communities involved the following:

- 1- Defining a comprehensive vision of the future.
- 2- Articulating the contradictions or current realities blocking development.
- 3- Creating proposals to deal with contradictions.
- 4- Identifying tactics for action.
- 5- Deciding the implementing strategies.

In addition to the above successful process, there are some lessons to be learnt from the work of the ICA.

- a. In all community development projects carried by the ICA started by searching for a new sense of community identity. This was a key to stimulating economic and social development.
- b. In many of the communities, an organizational structure was also needed in order to facilitate resident participation in implementation of development plans.
- c. In particular the communities often divided themselves to small groups or implementation units to carry out programs concerning health, environment, and housing.
- d. The meeting of these groups was on weekly basis to evaluate progress and plan practical next steps.
- e. Quarterly community wide meetings further enabled broad participation in implementation, celebration of

1- Information about the activities of the ICA is available in Sandra True paper in Community Action Periodicals Vol. No. 6, 1983.

accomplishment, and building a consensus on directions for the next quarter. This type of organizational work supported the direct economic and social project action.

The following are some models or strategies of how members of the community can be motivated, educated and trained. These simple strategies are a result of many studies, site visits, and citizen input. The following are some models of action for different age and sex groups of community. The target groups are the low income population.

#### A. Children

- a. Educating children about the quality of the environment they live in and how it could support or be hazardous to health will be through school sessions. (Sessions must be authorized by the Ministry of Education.)
- b. The process of education will be gradual on stages or phases. (Oral discussions and video films will be shown.)
- c. Then after, they will be asked to participate in improving the quality of their school environment. Planting trees, painting, clean and decorated classes will be among activities students will be asked to do. Their activity may also be extended to the micro environment around the school.
- d. The active involvement of children must be ranked highly by teachers and community leaders for encouragement. Good credits will be given to them, probably in a required course about environment taught in school, i.e., the student active participation must be accredited in order for them to be motivated.

#### B. Men

- a. Training and education of men will be made available after careful study of their social life, their meeting places, their community leaders, .etc. For example information, and knowledge could be given for them through Friday 'khotba' in the mosques, or where they meet and socialize in street cafe's.
- b. In order to train men successfully, staff members must start by discussing the problems they face living in such community. The following are some hints that might be helpful to attract men to initiate discussions and consequently offer the training and education program.
  1. Ask them to write down the set of problems they feel are most serious for them. This will take place



2- Local people base their rational decisions on the context of their local environment, circumstances, and abilities. This is to achieve specific goals in mind. These goals, in many cases, must be physical (something concrete), or in the form of economic reward.

**Their willingness to acquire new practices, technologies, or training depends on their personal assessment of risks or possible rewards, based on a very pragmatic considerations which are misunderstood by outsiders.**

3. Local people's investment of labor, time, investment, and money to their environment is an evidence of their participation. That participation needs to be organized by a certain organization or institution or even by the local people themselves for maximum benefits and minimum losses.
4. The local participation represents a sign of breaking patterns of paternalism which reinforces dependency.

Participation is therefore a means much more than meeting with project staff to discuss plans. **Participation implies systematic local autonomy in which communities discover their abilities and possibilities of exercising choice and hereby become capable of managing their own development.** Genuine community participation will require attitudes and behavior among staff agencies that deal with poor people. There is need to learn from past experiences to be able to put down the best operating rules of how participation can be more effective.

## **PARTICIPATION AND CITIZEN AWARENESS**

If people are aware, it will be easy for them to change, and thus change the environment they live in to a better one. This idea of awareness is supported by Henry Sanoff work to guide change when he states, "The more people of a town are aware of the important factors contributing to their town's identity and uniqueness, the more future development will complement the attributes of the existing environment."<sup>1</sup> In order for a change to be successful it is important to guide change within certain limits. It is also necessary to recognize qualities of the people as well as environment as a discipline for change to-day and tomorrow.

Sanoff also suggests that "Successful change must be preceded by an awareness and tension concerning unmet needs or unsolved problems; otherwise, resources will not be allocated to design and implement solutions. Citizen involvement tries to make visible those unmet needs to which the designer is seeking to respond in order to obtain new resources. In this sense evidence of unmet needs allow citizens to act as a driving force in obtaining resources."<sup>2</sup>

Regarding the degree of awareness that citizen must develop, it is the responsibility of the designer and the governmental agencies together with the community members. "It is therefore an activity that responds to issues originally brought up from the community as unresolved problems. This activity will be designed in the form of sharing activities such as a workshop in which participants learn from each other as they explore issues."<sup>3</sup> Henry Sanoff adds to this idea of structured workshop "This type of structured experience can focus the learning of participants and help them engage effectively in other forms of group decision process. A design workshop can be catalyst whose objective is to increase participants level of awareness to particular community problems."<sup>4</sup> In addition, to increase participant's awareness to community problems, an educational process can also be evolved from which participants learn about their community and environmental issues.

## **HUMAN MOTIVATION IN COMMUNITY DEVELOPMENT**

We are sure that the community development with its social, economic, and health aspects cannot take place without an intangible yet indispensable element; human motivation. But how can human motivation be evoked and sustained during the time of development and afterwards. The work of the Institute of Cultural Affairs (U.S.A.) developed, through two decades of practical experiences in the U.S.A. and abroad, motivational methods that sustain effective group planning processes and cooperative implementation methods.<sup>5</sup>

Those methods developed by the ICA are universally applicable and critical to community development. Sandra True in her research paper further explains that, those methods could be used in

1- Henry Sanoff, Human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

2- Henry Sanoff, human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

3- Halprin, Land Burns, J : Taking Part: A Workshop Approach to Collective Creativity ; MIT Press, Cambridge, MA, U.S.A., 1974.

4- Henry Sanoff, Human Exchange Techniques for Citizen Participation in Town Revitalization in Participatory Design, North Carolina State University, 1990.

5- Sandra True, The Human Factor in Community Development, Community Action Periodical, Vol. 1, No. 6, 1983.



housing. The reason which is usually given to justify such shifting of policy is that the user input characteristics of such schemes were not suitable for the low income sector of Egyptian society. This scepticism was based on the view that the sites and services approach would eventually mean slums and poor housing condition.<sup>1</sup> The factual reason for failure of those projects is the unskilled and untrained participation of people.

This paper addresses the theme of training and education programs for citizens, in low income housing projects, to allow them to actively and positively participate in improving the quality of the environment. In order to do so, the people have to be motivated to participate, as well as to learn.

## METHODOLOGY

The data collection for this study depends on two complementary steps:

First, the literature review. The advantage of the literature review is to get familiar with the different community development techniques and programs. Second, to adopt and adapt some of these programs to develop motivational steps that suit the people, and projects that need to be developed.

The adaptation of those techniques was a consequent of many participant observation studies done by the author to different low-income projects. According to this familiarity with the weaknesses and strengths of the projects and people, the author in cooperation with the people was capable to produce an educational and motivational program (protocol) for people that could be effective for community development.

## HISTORICAL BACKGROUND

Before we encounter various kinds of people's participation, one should know what participation involves and indeed what non-participation really means. Peter Swan defines the non-participation by:

"not taking part in what ever is going on in any social activity such as work, play, or discussion. Non-participation can arise from a conscious refusal to contribute to, or part take in prevailing activity. Also, if one is unaware that one can participate or if one is not allowed to participate, or denied relevance to particular activity, then on any level non participation results."<sup>2</sup>

Human beings have participated in large variety of social activities to survive and develop. Therefore, participation is a characteristic of a society. This matches Swan's definition of participation :

"..an individual grows up in a family, lives in a community receives education in an educational system that is related, in turn, to the labour market in which he has to find employment. Participation is one of the basic characteristics of society."<sup>3</sup>

Participation of people has prevailed from prehistoric times when there was no division of labour and families had to provide their own shelters, clothing, and other things to survive. Over time and with the many changes in society to respond to the political, technological, and industrial revolution and other administrative and government structure, people have become more dependent on others for the provision of goods, security, and food. Gradually, people lost awareness for their capacity to participate in many activities outside their area of specialization.

The whole issue of participation develops around the idea of people's input who live in such community. This participation will make a qualitative difference in the outcome.<sup>4</sup>

Participation is different from self - help. The issue of self-help is structured around the concept of free labour. However, participation intends to achieve goals. These goals are financial, social, organizational, and operational. According to these two concepts, participation requires training for people to allow them to take decisions based on systematic thinking.

Examining studies in developing countries and abroad that deal with the issue of community development for the urban poor, one finds growing consensus that participation is necessary.

Theoretically speaking participation is considered a meaningful expansion of poor people's ability to control their environment and enhance their well-being. The following discussions are the results of those studies.

1- People organize themselves around problems that are important for them. Therefore, community participation in planning development to put down set of priorities as well as initiatives is very important. This will encourage local actions for such initiatives.

1- Hala Karash; The Balance between Government and Users Involvement in Housing Provision in Egypt. Housing International Conference, Cairo 1992.

2- Peter J. Swan (ed.), Seven Asian Experiences in Housing the Poor, 1980.

3- Ibid p. 1.

4. Seven Asian Experiences in Housing the Poor 1980,p.22.



## HUMAN MOTIVATION AND EDUCATION IN COMMUNITY DEVELOPMENT

By  
Dr. Eman Hanim Afifi <sup>1</sup>

### ABSTRACT

This study addresses the issue of human motivation and participation in community development. The communities selected are the low income housing projects due to the urgent need for development in those areas. In order for the low income population to participate successfully in community development, an educational and motivational process must take place. The meaning of education in this study is not related to the literacy level, but it relates to the level of the people's awareness about environmental issues and community development.

Therefore, this study is concerned with the people's attitudes and their capacities for development. It examines ways to motivate people to interact positively with the environment they live in. This is for the purpose of knowing how to design programs that serve the needs of people and contribute to their successful community growth.

Thus from this point of view a planner in facing any specific urban situation is confronted not with one but two development problems. There is the physical development problem, that of developing or redeveloping an area so that it contributes to the whole city. There is also the problem of development of people for whom any program is designed.<sup>2</sup>

Therefore, the concentration of this study is to train, educate, and motivate citizens, in order for them to take positive actions towards their environment. This requires involving the indigenous groups in the process of change so that development becomes a self-generating activity rather than a donation from the have's to the have-not's. Harry Blair agrees with this concept by commenting "Communities must develop their own programs to eliminate poverty, rather than depend on outside help."<sup>3</sup> We believe that self-sufficiency skills can be taught. The evidence is clear when local people take the initiative to learn when they realize that they would benefit from community efforts.

### INTRODUCTION

Many studies have pointed out the low quality of the environment poor people live in. Low income housing represents an example of an environment that has changed to unhealthy one.

The absence of control and organization, the untrained and uneducated people, and the poverty were some of the reasons for the current condition. Ways to improve the quality of the environment were discussed. One of these ways is the participation of educated and trained citizens.

Development is about people. The criterion for measuring its success is what it does to enhance the lives of the human beings. Community development is the development of all aspects of community in which

people live. Those are economic, social, educational, and cultural aspects

Citizen motivation and participation have been the issue of many studies, especially those whose concern is the community development of the urban poor. Of course public participation is by no means a new idea in community development; it has existed under different names for the past 30 years.<sup>4</sup> What is new is then the increasing emphasis and faith that have been placed in participation.

Many schemes of citizen participations in house design in Cairo did not develop further than designs; others changed their objectives after one phase and ended up with typical governmental constructed

1- Architectural Dept., Shoubra Faculty of Engineering, Zagazig University, Cairo, Egypt.

2- Social Aspects of Housing and Urban Development, United Nations Report, 1967.

3- Harry W. Blair-Comparing Development Programs; in Community Action Periodicals Vol. 1, No. 6, 1983.

4- David D. Gow and Jerry Van Sant; Participation in Community Development, Journal of Community Action Vol. 1, No. 6; 1983.

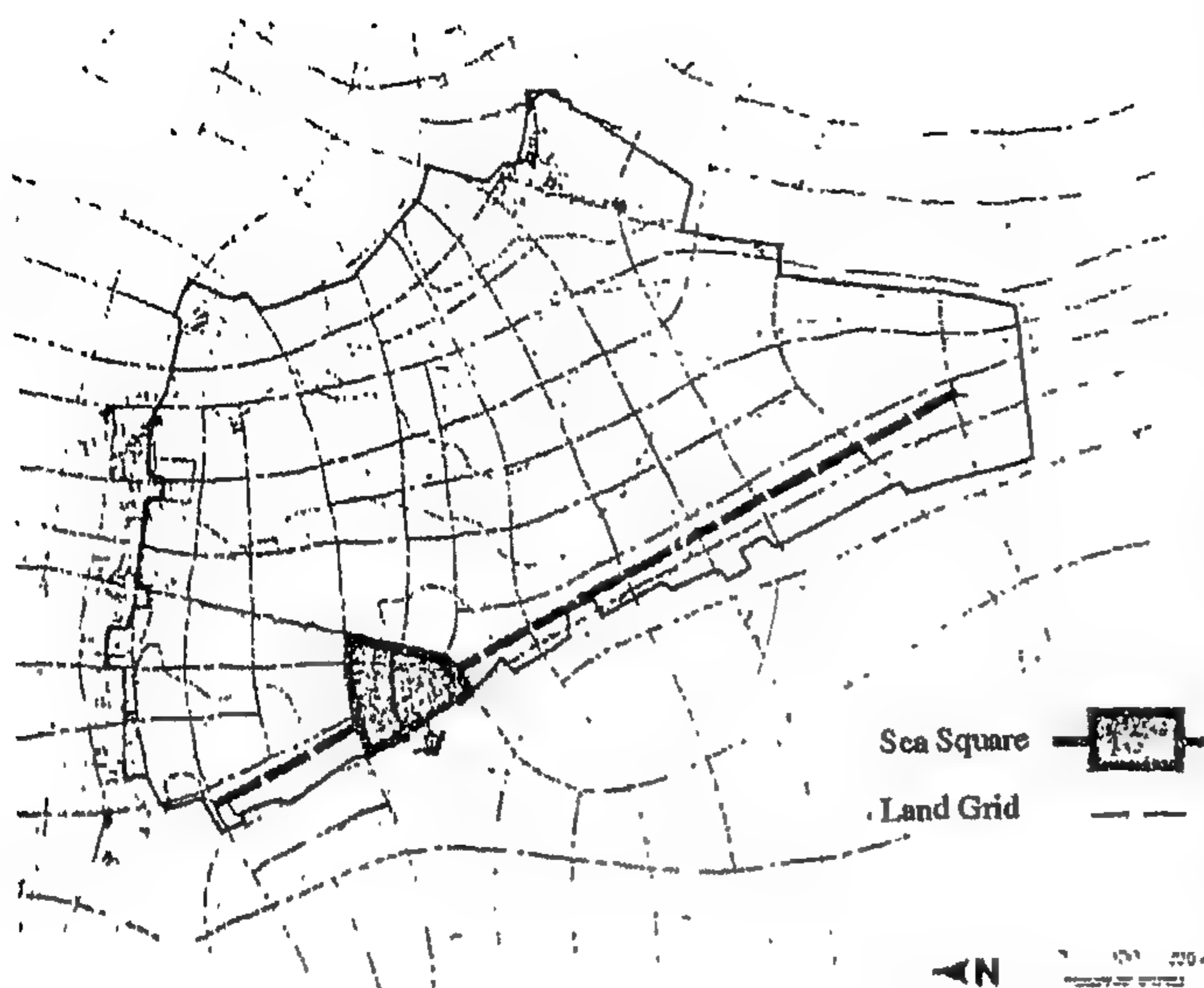


fig.14- Sea square - deviation of urban grid

It is obvious that , to be efficient, the land grid approach must be harmonized with other urban planning goals (socio-economic, spatial, environmental, etc...).

The first originality of land grid is that it fits

perfectly the urban development with the specific circumstances of each site; therefore, with the originality of each site and its various features (natural or past man - made).

The second originality of this approach resides in its ability of enhancing the values of different spatial opportunities of a virgin site/ existing urban fabric when a new project is foreseen . It is an intelligent manner to manage the creation / expansion of any fabric through the good exploitation / linkage of the new plot layout.

The third originality is expressed in terms of costs. Following the land grid approach helps to reduce significantly the costs of an urban development especially in excavation/ backfill works, in road networks and infrastructures. Otherwise, enormous costs could exist when the new urban project opposes to the natural terrain and/ or the existing urban grid.

The importance of the exploitation of this approach- especially nowadays - is revealed when we observe the repetition of some pre-destinated forms and models for urban development projects regardless of the location and the site constraints of each one. The land grid offers an endless variety of potential plot layouts, depending on the specificity of site opportunities and constraints (virgin or already urbanised), whatever the urban planning context is.

## BIBLIOGRAPHY

- 1- GOPP/IAURIF/OTUI, *Greater Cairo Region, Long Range Urban Development Scheme, MASTER SCHEME*, February 1983.
- 2- GOPP/IAURIF, *Greater Cairo Region , Long Range Urban Development Scheme, EASTERN SECTOR DEVELOPMENT*, June 1986.
- 3- IAURIF REGION of AGADIR, *TAMA ou ENZA Master Scheme*, November 1978.
- 4- LAURENT BECARD, *Training Session about the Use of Land Grid*, *Cahier de l'IAURIF*, November 1988.
- 5- Ministère de l'Équipement "FRANCE", *Composition Urbaine, "REPERES"*, January 1994.
- 6- Ministère de l'Équipement "FRANCE", *Composition Urban, "PROJETS," Mars 1995*
- 7- PICON Verginie & Baudoudi Rémi, *Ville et Architecture*, Paris, 1993.
- 8- Spiro Kostof, *The City Shaped( Urban Patterns & Meanings)*, London, 1991.



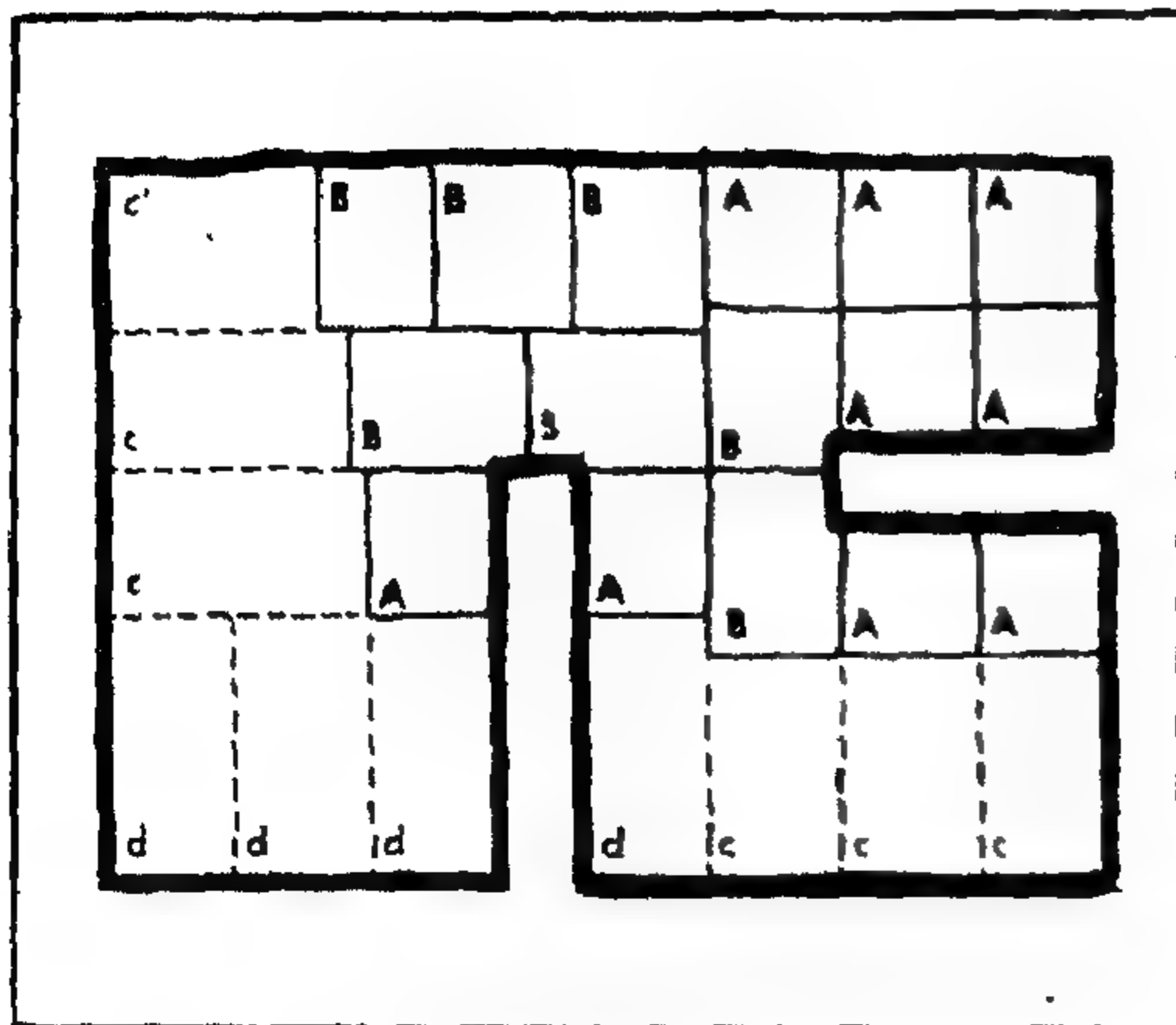


Fig. 12 - a- Typical assembly of plots in a block

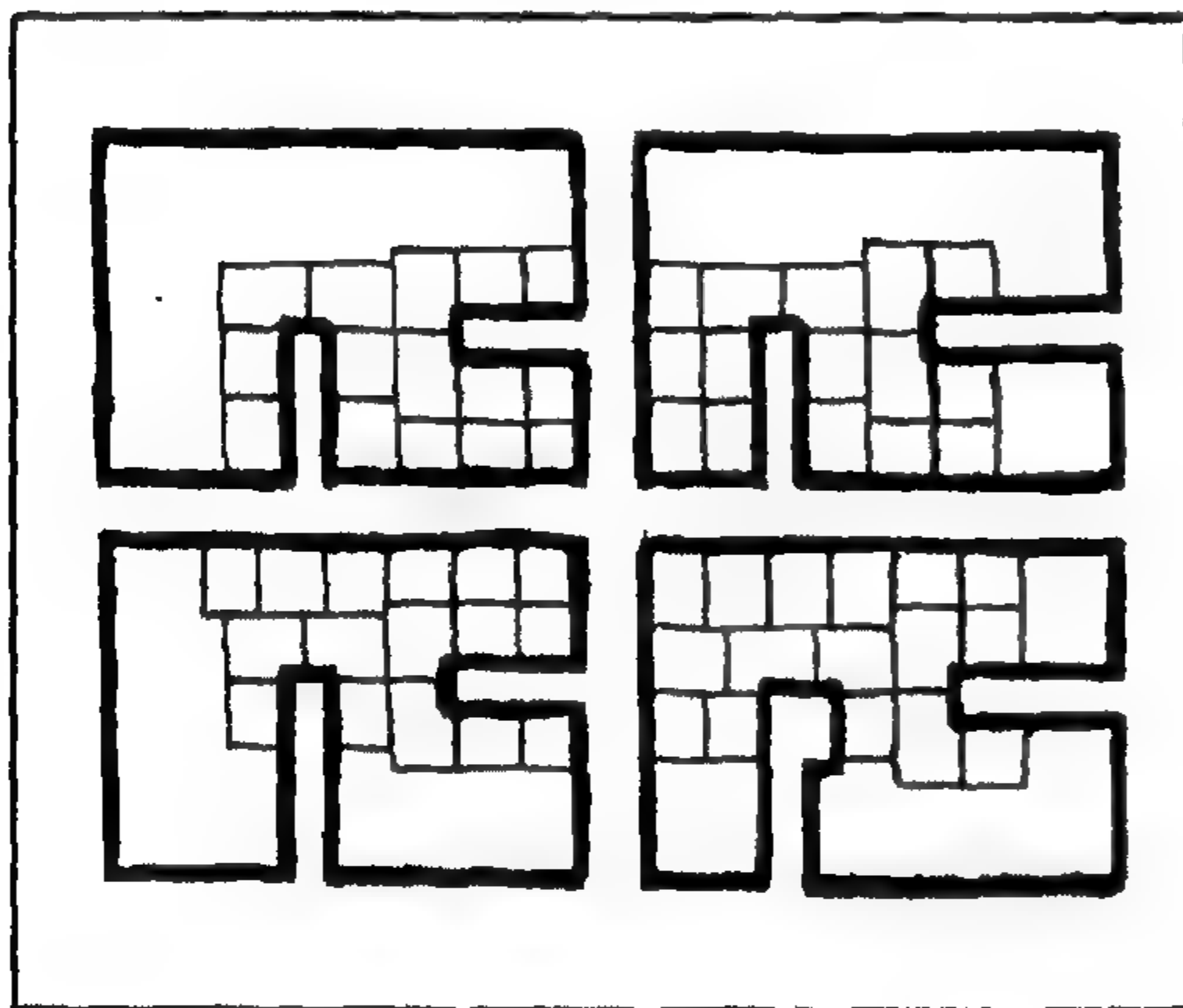


Fig. 12 - b- Assembly of four typical blocks

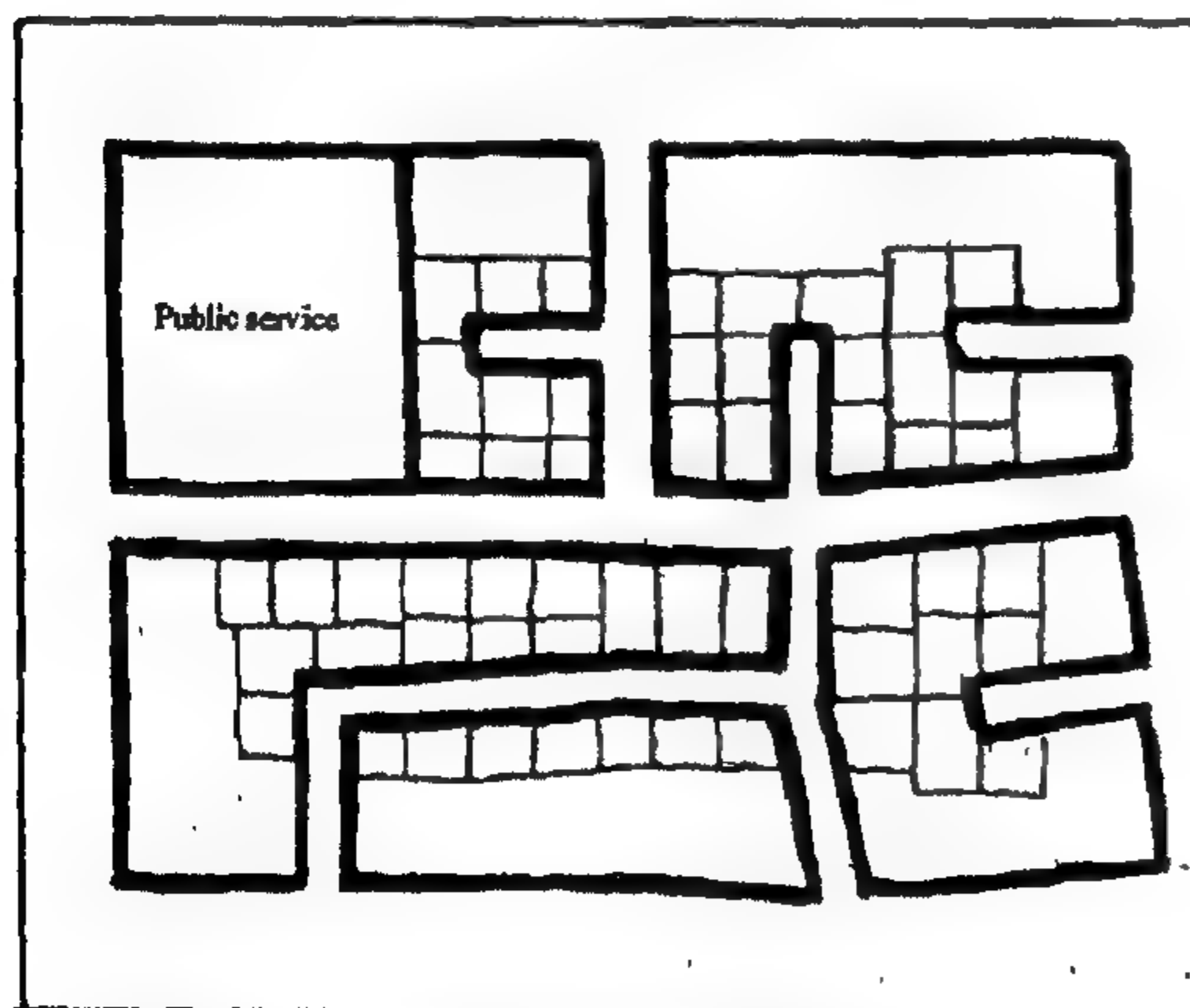


Fig. 12 - c- Deformation of blocks to fit with site relief

### III.4. Overall Harmony Land Grid / Urban Development

From plot to block, the land grid of the site is considered as the basic support for setting up all the blocks of the town with regard to previously mentioned physical planning goals and programme requirements (see figure 13).

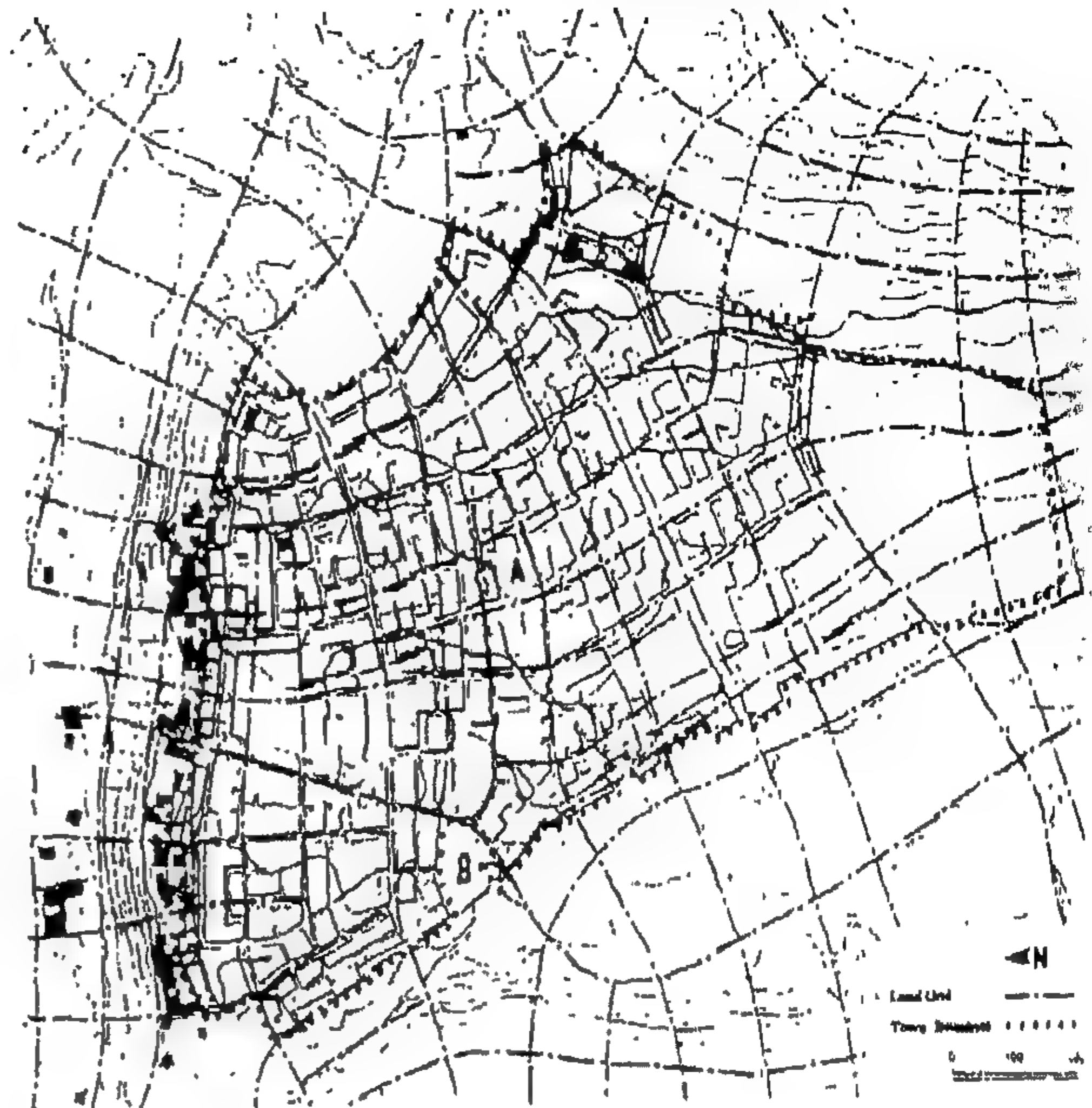


Fig. 13 - Overall harmony land grid / urban grid.

The design of the town shows a layout where the street network, in the same order as the plots, follows closely the natural terrain. This makes it possible (1) to limit excavation / backfill ratio, (2) to avoid excessive depth of the buried networks, (3) to benefit from natural slopes for water piping and drainage (4) to integrate existing constructions to the east and especially to the north, (5) to reduce substantially construction costs while making a contribution to the urban character (6) to exploit properly the strategic points of the site like (for example) the mosque "A" as a landmark on a crest line.

The urban grid will be re-adapted only at the place of the future "sea square" corresponding to a local depression, so as to permit a unique profound and wide angle open area where the beach and the sea could be seen on a lower level (see figure 14). This shows that the urban grid could be deviated in special zones where specific spatial considerations prevail.

### IV. CONCLUSION

The concealed relationship between original site features (virgin or already urbanised) and a new urban fabric must preoccupy the designers before undertaking a foreseen urban project.

The success of the exploitation of natural or past man-made opportunities of the site - in a new urban development - depends, to a great extent, on the good comprehension of the different implications of land grid approach.



Fig. 10 - Multitude of marks on the ground.

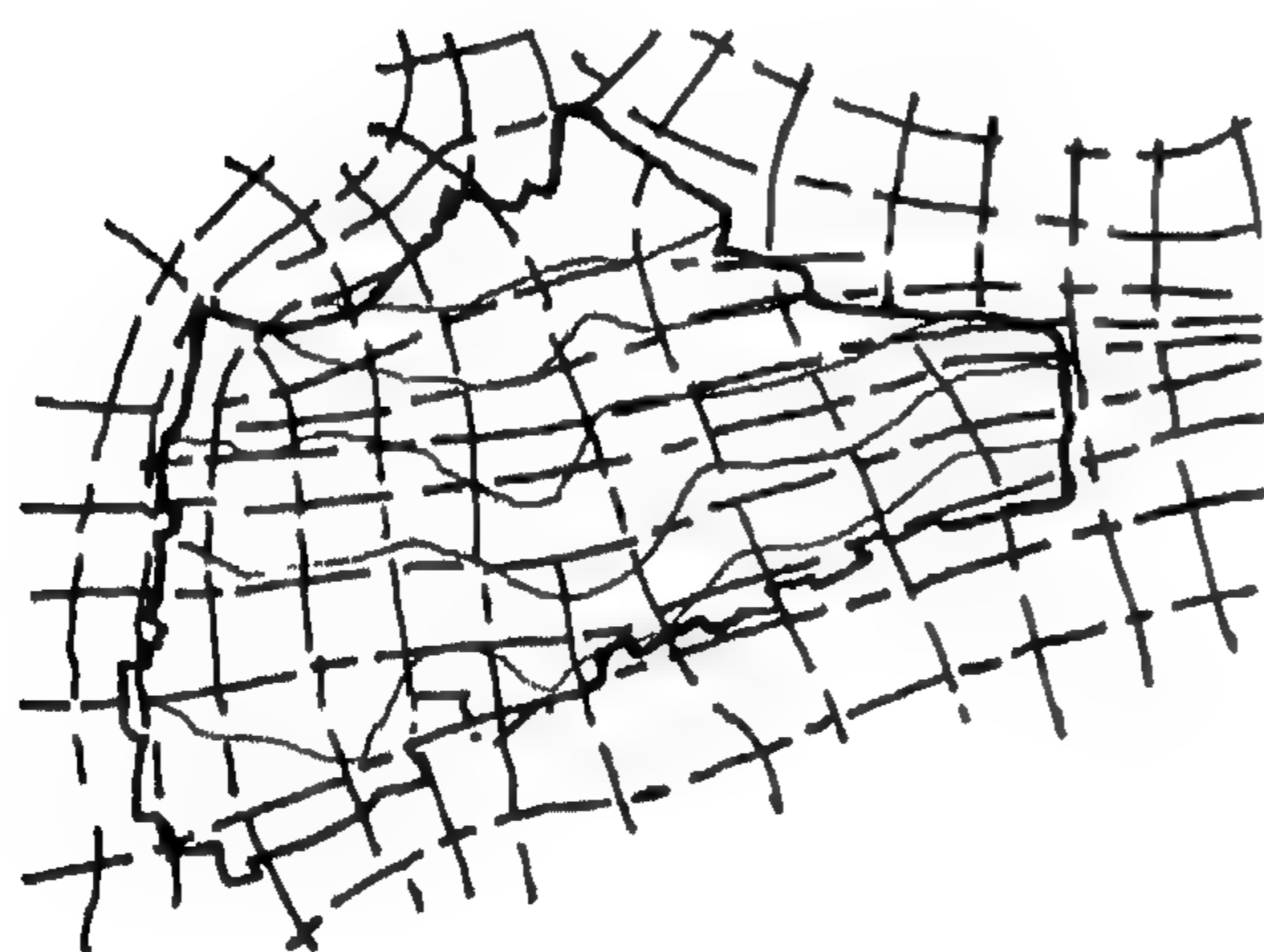


Fig.11 - The land grid ( natural site structure).

### III.2. Physical Planning Goals

The land grid must be matched with other physical planning considerations and goals . The best master plan will never make a town if it ignores the characteristics of the people it wishes to house: Their culture, their resources and the built up area they produce. The town is created over time, and it must be considered as a living complex with a permanent correspondence between urban form and community.

Thus, the master plan of the new town of TAMA tried - in a way - to realize the living mechanisms of a Moroccan community longtime accommodated in the urban form of medina (old city), and - in another - to adapt the morphology of the urban fabric and the road layout to the original site structure (land grid) and new town planning requirements.

Several principles have been determined for the new

\* These spatial assemblies correspond to the following objectives:

A. High density: 72 housing units per hectare

B. Proportion of public / private areas 25 % / 75 %.

urban form as follows:

- Mixing the various types of housing , mixing housing with activity and trade ,... etc.
- Creating districts of different appearances by modifying those mixes.
- Streamlining the road system as far as possible in order to create an urban area varied in both form and adaptation .
- Offering a large number of types of plots for the best possible coverage of demand .
- Establishing a relationship between the size of the plots and the type of road system, so that the various types of streets may be qualified as far as possible .

All these simple options also contribute to a primordial objective, that of reducing the costs of roads and miscellaneous networks to a minimum.

### III.3. Constituting the Urban Fabric

The process of assembling the plots which is the master component in the creation of the urban form , must be harmonized with land grid considerations and the above - mentioned physical planning goals.

Each broad category of plot generates an urban fabric with different characteristics: Size and shape of the plots, dimension of the road , proportion of public areas, private areas, green area, space allocated to vehicles, etc...

As an example, we may take the case of low cost self- built plots for single- family housing , plots A and B, with an area of 100 m<sup>2</sup> 130m<sup>2</sup>.

Figure No. 12.a. shows one of the typical assemblies of those plots in order to form a block. That block is organised around two dead- end streets (derb) 5m wide.

Figure No. 12.b. shows the inter-connection of four typical blocks which form a basic assembly in order to constitute the urban fabric . This assembly is bordered by larger plots , C and D or G and H giving on wider streets with width of 8m and 14 m<sup>\*</sup>.

Then , the " theoretic" urban fabric must be adapted to the topography so that the various networks can operate to the best of their ability. In particular , countersloping derbs must be avoided. The layout of the streets will have to curve , and certain plots will have to accommodate deformations due to the topography (see figure 12.c.). At the same time , the block must take into account the overall programme , i.e. the integration of the facilities offered, road links from one block to another , etc... as shown in fig.12.c.



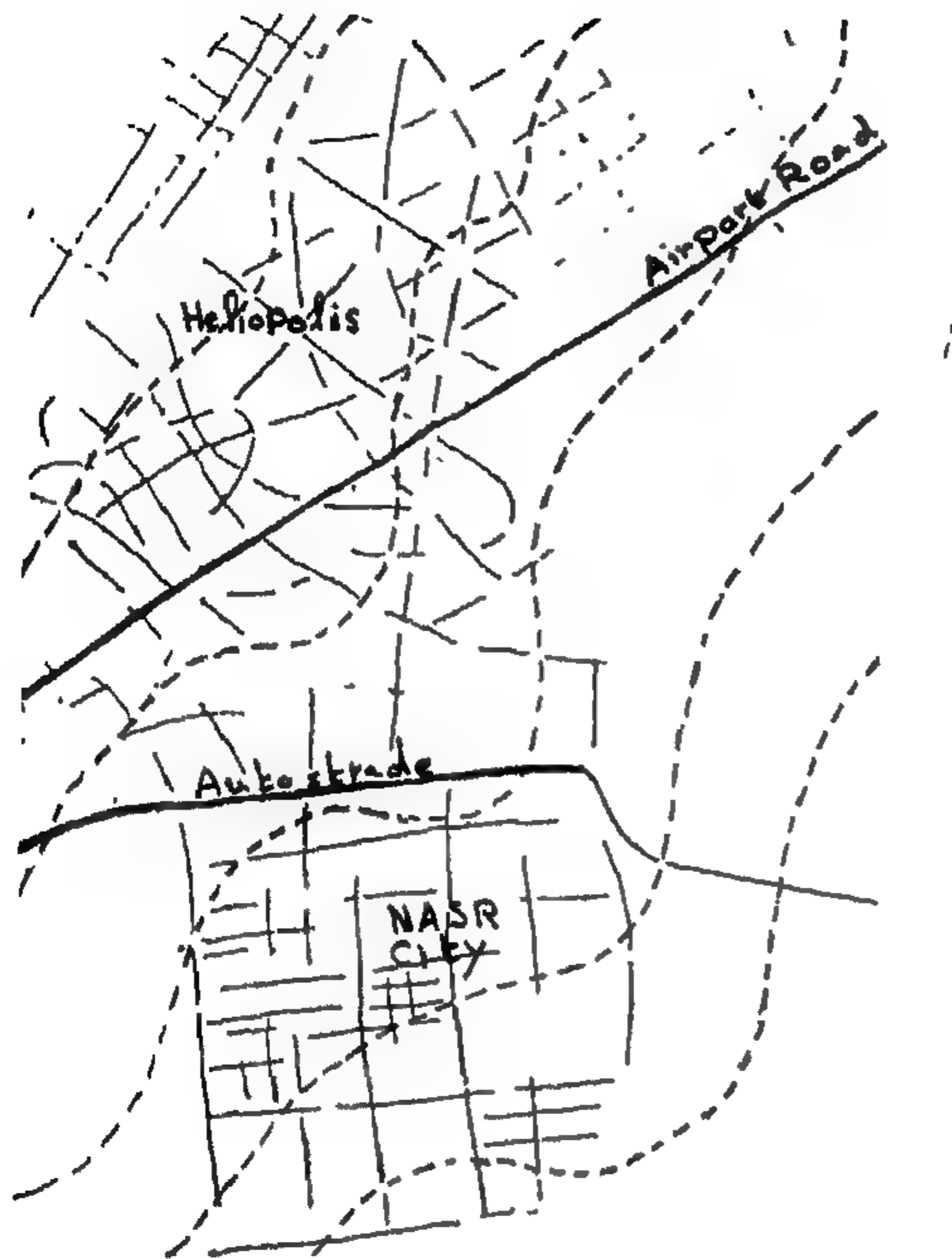


Fig. 6 - The incoherence between road grids (key element of plot lay-out) at Heliopolis and Nasr City, with regard to site relief.



Fig. 7 - Boulak El Dakrou. A demonstrative example of informal plot layout development on agrarian lands.

### III. DEMONSTRATIVE URBAN DEVELOPMENT PROJECT.

#### New Town of TAMA (MOROCCO - AGADIR)

##### III.1. General Characteristics of Site

The new town of TAMA - 100,000 inhabitants- is located to the north of AGADIR on a sloping plateau covering 80 hectares (190 feddans ). This plateau spreads out in a fan shape above the sea up to the end

of a crest, limited to the north by the valley of Imouzer, to the west by the main road, and to the east by the first foothills of Atlas chain of mountains (see figure 8 ).

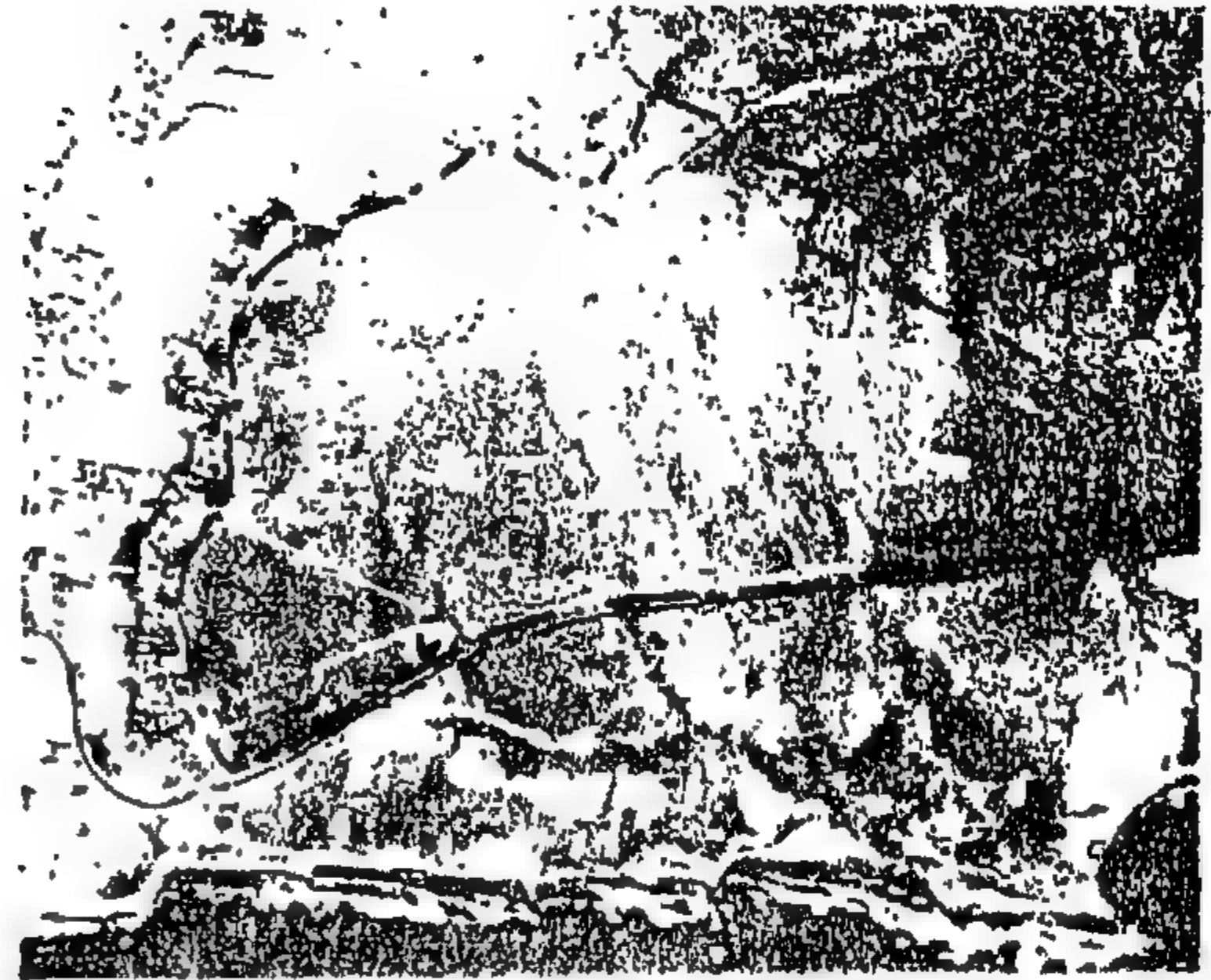


Fig. 8 - Location of plateau of new town.

The natural rainwater drainage boundaries to the north and northeast formed the boundaries of the town. The site is crossed by four parallel thalwegs determining the location of the four main rainwater and wastewater collectors. The theoretical crest lines are in the same direction as the thalwegs ( see figure 9 ).

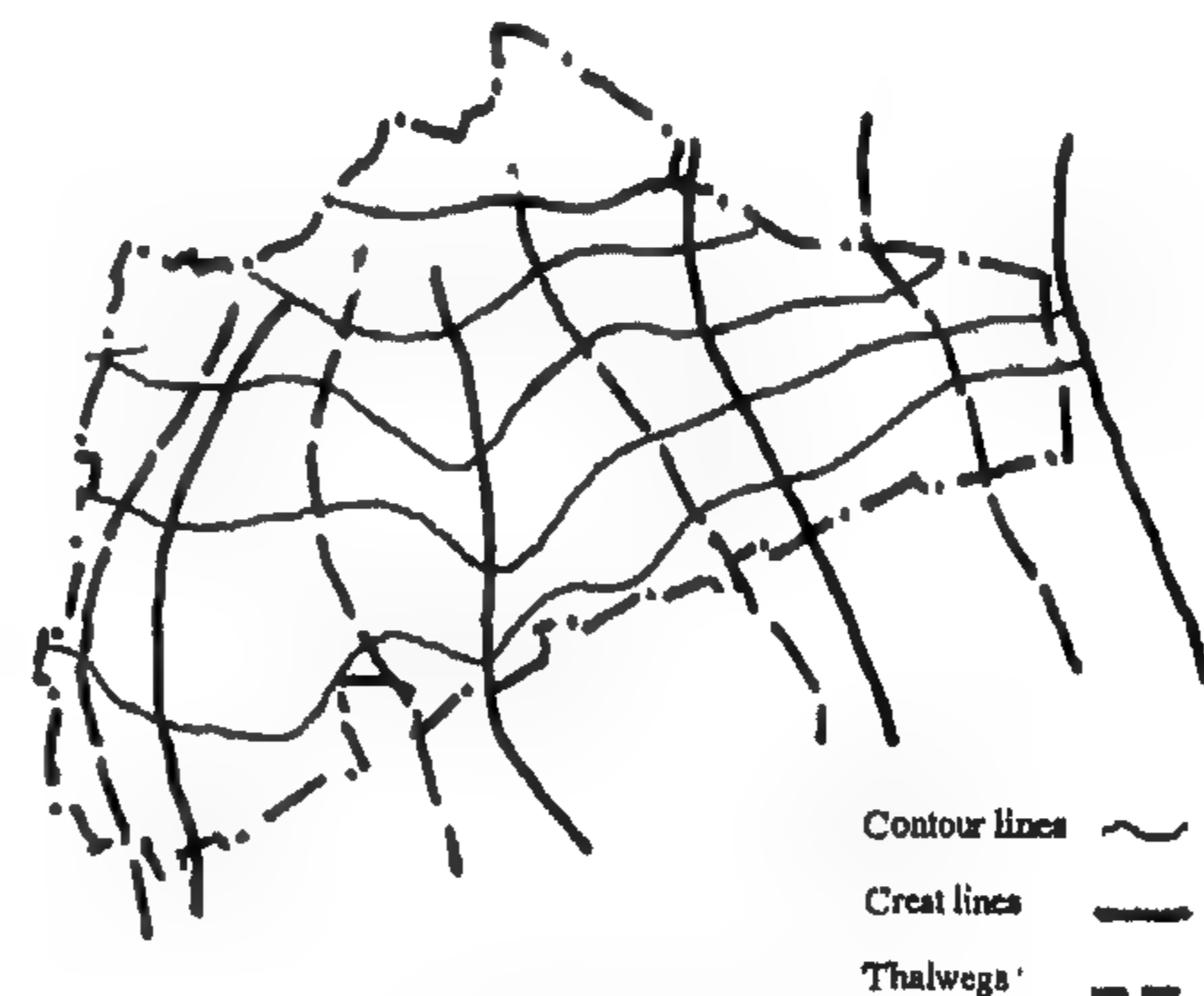


Fig. 9 - Contours, thalwegs, crest lines.

On this site , practically free of any construction and cultivation , there is nevertheless a multitude of marks on the ground (tracks, low stone walls, etc.) forming a sort of imperfect grid that could be conneced by virtual lines (see figure 10).

All those elements in close relationship with the elements of topography (relief , crest lines, thalwegs, catchment areas) describe perfectly the structure of the site. They constitute altogether the basic land gril of this virgin area ( see figure 11).





Extract from plan scale 1/2000 of "Ruffins quarter" located at east side of Romainville plateau ( Paris - France )



Extracted and reduced from 1 / 2000



The opposite figure clearly shows the network formed by direction defined by the projection on the ground of the objects in their exact position.

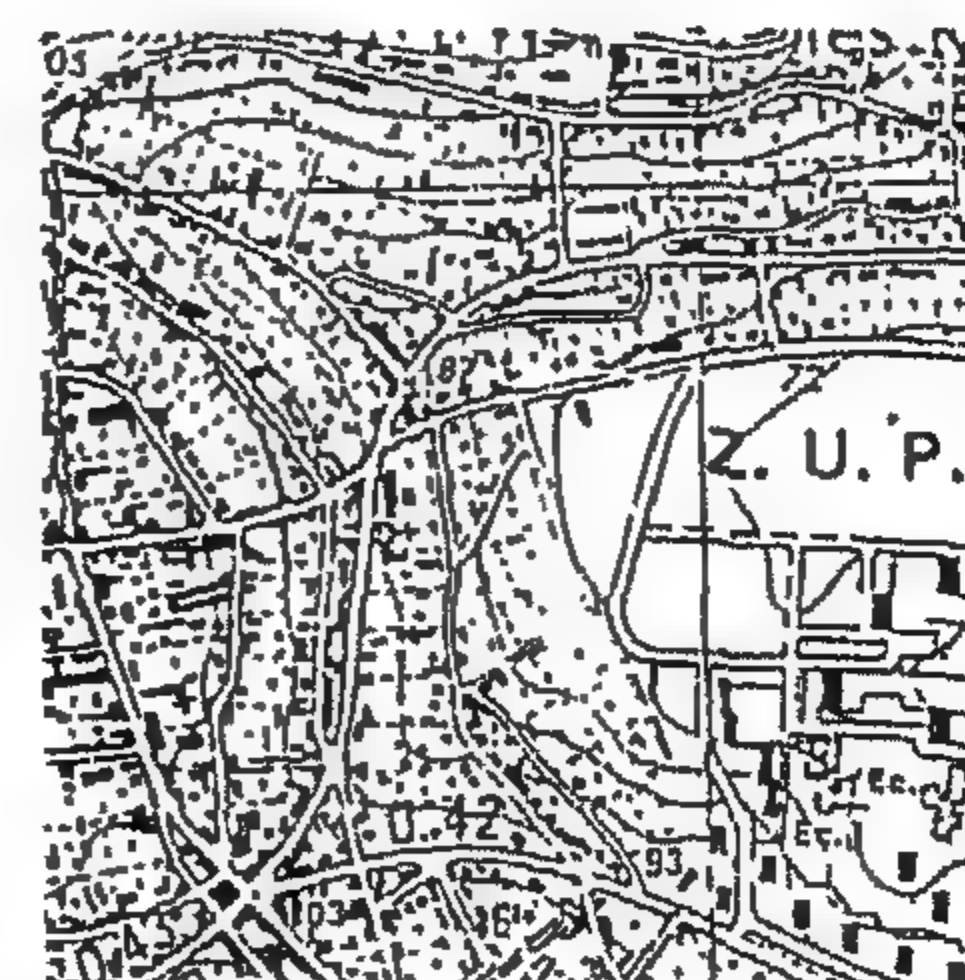


Extracted and reduced from 1 / 5000



The opposite figure shows the urban grid. It partially takes into account the exact location of the objects and finally brings only the geometrical relationships of the actual directions defined by the projection of these objects on the ground.

Fig. 4 - The urban grid.



Extracted and reduced from 1 / 25000

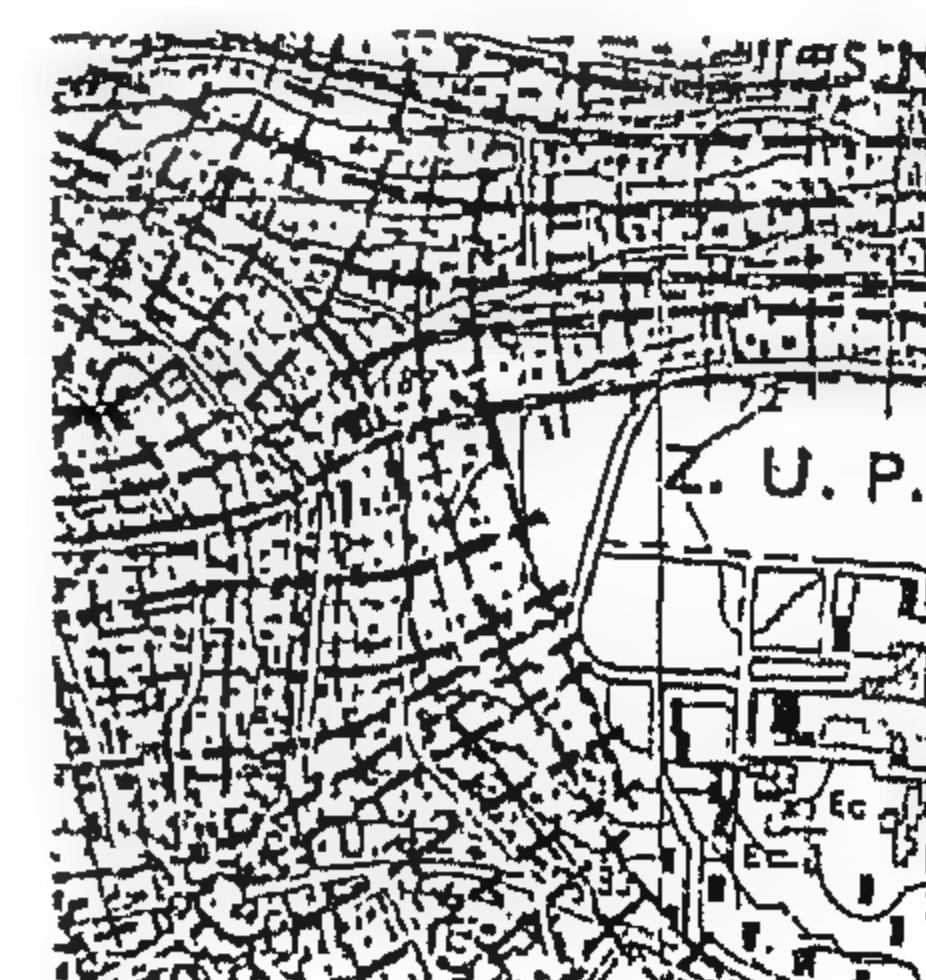


Fig. 5 - The urban grid (or virgin land grid) could be obtained at different scales of aerial maps. This allows to understand the coherence of the given information when we look from one map to another.



- In desert area (almost stepped): The land grid results from the combination of original site features such as thalwegs, relief, lines of crests, catchment areas, etc.. (see figure 2).

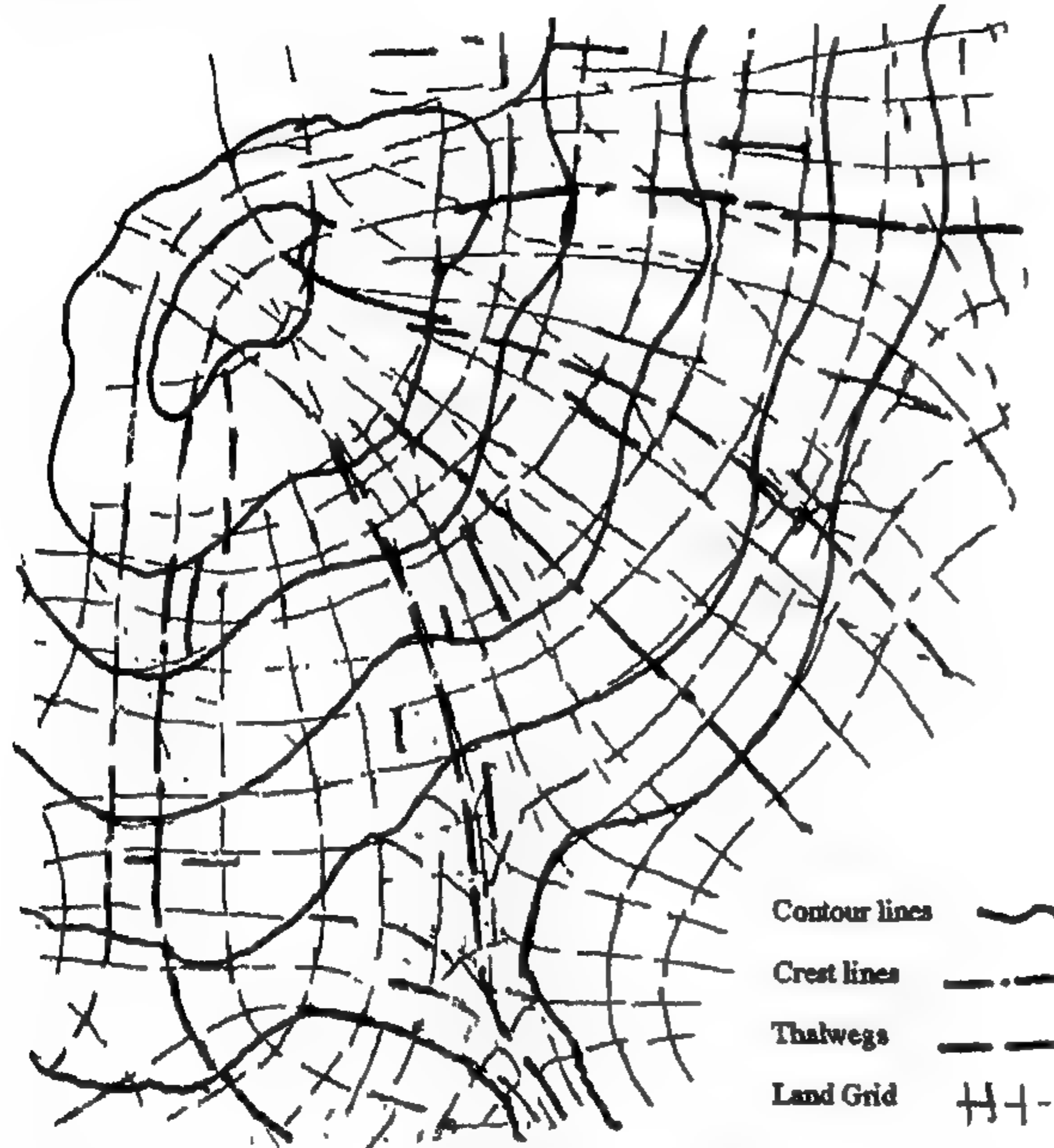


Fig. 2 - A stepped area - the component of site features - the land grid

The obtained land grid in the two cases is a kind of orthogonal grid tightly linked to the land topography & form. This geometrical grid gets always some special areas "nodes" which are necessary to manage a good connection between two grid directions. Through the analysis of many cases of land grid we are always facing two types of nodes (figure 3).

1-Curved triangle



2-pentagone

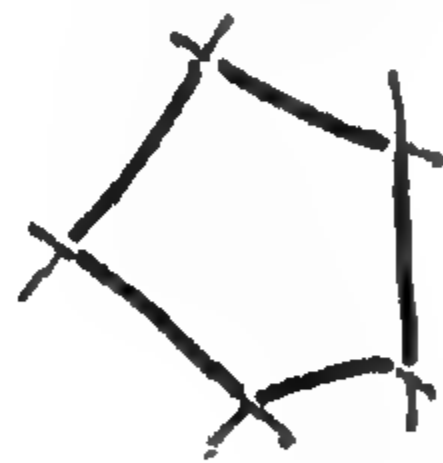


Fig. 3

## II.2. Urban Grid

In areas where urban development has already taken place (desert or rural), the urban grid could be obtained by this frame made up by concrete elements such as: Plots, roads, tracks, built element, trees, canals, and so on... surveyed with the help of maps and aerial photographs at different scales. So it is a graphic representation used to demonstrate the geometrical relationship between those constitutive elements and the original land grid. (see figures 4&5).

Special attention must be paid to the "plot" as it is the starting point of any urban planned or unplanned development.

On the one hand, the plot is the assessment of land ownership. The land regulation defines the different rights related to urban land according to the plots limits and areas.

On the other hand, the plot is a territory. As such, it is the means and the direct support of urban space imprint in its relationships with natural environment and society. The plot is the basic grid of the urban space. Consequently, the plot layout can be considered perfectly as the mirror of the urban grid of any urban development.

## II.3. Urban Plot Layout Process

The origin of urban plot layout in most existing projects in desert areas is quite unknown and in many cases does not obey the site features. This could be demonstrated obviously in Cairo eastern neighbourhoods like Heliopolis and Nasr City where consequently - Heliopolis grid does not match with Nasr City grid (see figure 6). This situation makes difficult the good connection between those two neighbourhoods yet one close to the other. In fact, any project develops without taking its neighbours into account, the result will be a chaos. At this specific point, the urban plot layout can play a primordial role.

On the contrary, the urban plot layout in rural areas is generally extracted from the rural plot. So, the urban grid shape is similar to the geomorphical rural land grid. The problem takes place when the urban development on agricultural land is spontaneous (unplanned); the space structure in this case will belong to agrarian geomorphical patterns rather than urban hierarchical patterns. This is clear in Boulaq El Dakroul example (figure 7) where physical problems appear (among other socio-economic and environmental problems) notably as non-hierarchical road network and highly dense urban fabric.

Hence, the existing urban plot layout - in desert or rural areas - could be considered as a tool and a guide for a new project and not as a goal in itself:

- If it does not respect the site features, a compromise should be founded for the new project so as to match partially with both constraints - existing plot layout and original site features.
- If it respects the site features but reveals spatial handicaps for urban development, it must not be taken as it is and could be modified with respect to the original land grid and new project requirements.



# THE IMPLICIT ROLE OF LAND GRID IN URBAN DEVELOPMENT PROCESS

By  
Dr. Omar Mohamed El-Hosseiny \*

## ABSTRACT

This paper aims to underline the land grid approach which has both its natural and man - made implications in discovering the space structure with the help of plot layouts. The idea is based on the following hypothesis: The process of parcelling out the land and the elements constituting the landscape are able to reveal the values of the urban development created by a society.

**Keywords:** Land grid - Urban grid - Plot layout- Landscape - Site features - Urban development.

## 1- INTRODUCTION

The urban expansion of a city must not only be envisaged in a functional and quantitative manner, but also qualitatively and physically. Indeed, this expansion materializes on the ground to become a living framework for its inhabitants.

The socio-economic, historical and cultural conditions of the land constitution and transformation of landscape are partially known. Different fields try now to understand it as a system issued from the dynamical relationship between physical (natural or man-made environment) and sociological elements.

In this scope, spatial composition of the transformation of a city must account for natural site features, past man-made additions, climate, customs of its inhabitants, etc. It is therefore necessary to enhance the originality of each place with regard to the people who are going to inhabit it.

Therefore, the creation of urban development will have two aspects tightly linked:

- The first aims at understanding the existing landscape; its basic structure, features as well as its process of change.
- The second is directed towards the creation of the urban project with its socio- economic implication.

The land grid approach is based on the analysis of traces left on the ground by the former real- estate structure and/ or by natural site features. It permits the evaluation of the formation of urban/natural fabrics from their origin ( unplanned or planned) in order to manage their changes through their integration in the design of future urban fabrics.

The methodology of this paper will be firstly based on the inductive approach concerning the different implications of the so called " land grid", then, a case study will be conducted to demonstrate an application in Morocco (Agadir) before reaching a conclusion in this matter.

## II- DIFFERENT IMPLICATIONS OF LAND GRID APPROACH

### II. 1 - Land Grid Technics

In virgin areas where urban development has not yet taken place, the land grid could be obtained as follows:

- In rural valley (almost flat): The land grid in "open field" is exactly the typical relief or landscape of agricultural lands divisions ( see figure 1).

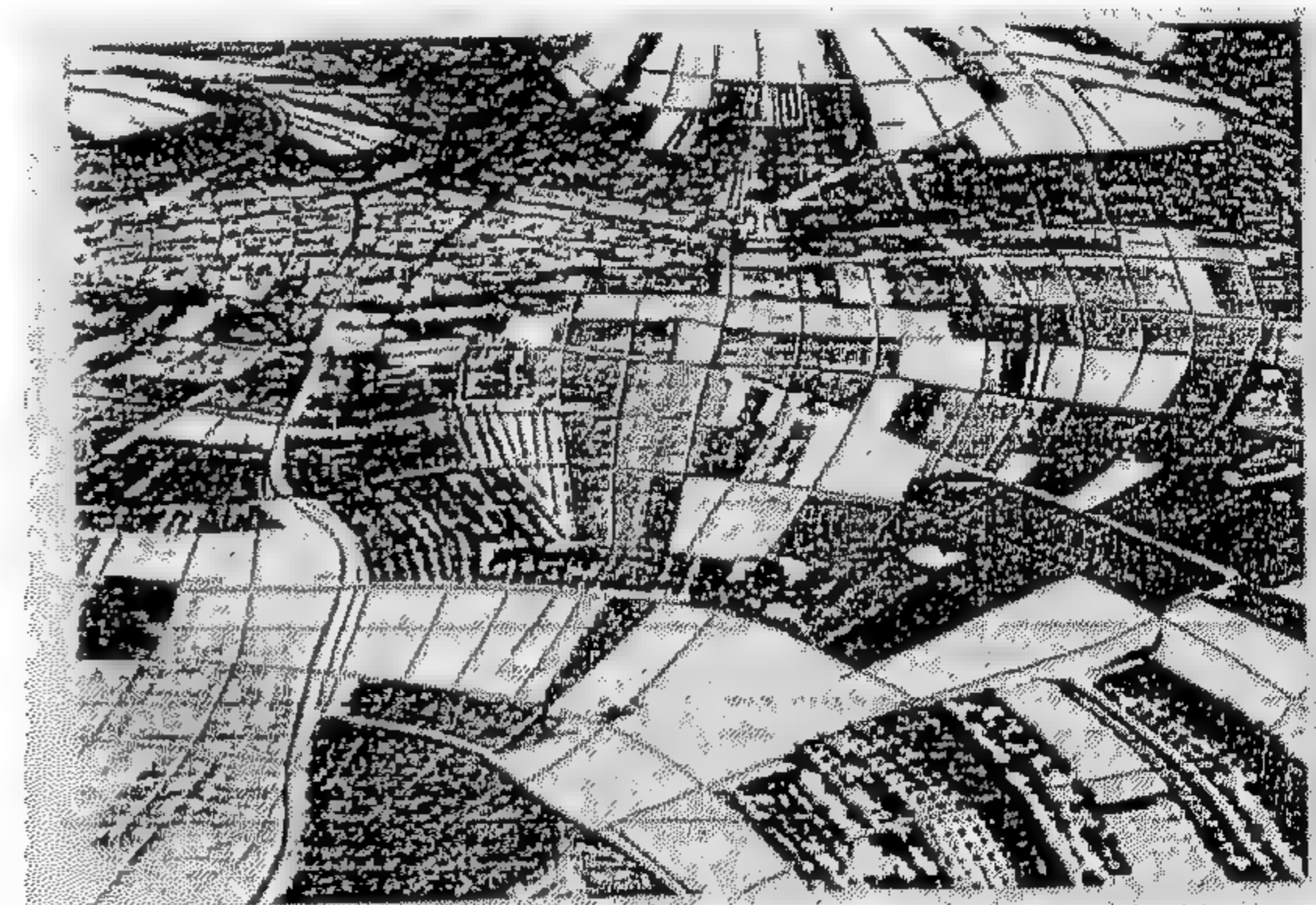


Fig. 1 - An "open field" rural valley - its relief - the land grid.

\* Assistant Professor, Department of Urban Planning & Design, Faculty of Engineering - Ain Shams University



water management. But development and augmentation of non-conventional water resources are also becoming valuable alternative.

Environmental and political imperatives around the world highlight the increasingly urgent need for a new, affordable, and efficient source of water. Desalination of brackish and seawater is becoming an attractive option to provide water requirements for future municipal, industrial, and agricultural demands. Desalination processes are presently material and energy intensive and the process wastes are considerable. Desalination techniques vary depending on the size of the plant needed, the energy required, the cost of desalinated water, and the method of disposing the brine. The most common processes used are RO and MSF. RO is considered as the suitable technology to be practiced in Egypt considering the different salinity levels of available brackish and sea water and also the size of the plants required.

Economic and financial feasibility for the use of desalinated water is dependent mainly on the international energy price. Maintenance and operation technologies and costs for desalination plant are also needed to be investigated. According to current energy prices, the most appropriate use for the desalinated

seawater is to fulfil municipal and industrial requirements in specific locations along the Mediterranean and the Red sea. Water and energy will be the key elements in regional development which will also include tourism/resorts, industry, and commerce. Cogeneration plants for production of power and water seem to be a viable option for the tourist villages in the northern coastal area and along the Red Sea coasts. Desalinated seawater is extremely expensive to be used for current irrigation practices.

MPWWR, seeking additional water to carry on the horizontal expansion plans, should consider desalination as an alternative source of water only when the cost of desalination of water becomes comparable with the cost of conservation measures for other resources. If desalinated brackish water is to be used in irrigation, the economic analysis performed by Neff (1996) should be carefully considered and verified. According to Neff's analysis, desalination of brackish water is not yet considered to be an affordable alternative for production of irrigation water. Environmental impacts associated with the desalination process have to be carefully evaluated. The technology use for brine disposal should be extensively studied.

## REFERENCES

- Abu Zeid, M. and M.A. Rady, 1990, "Egypt's Water Resources Management and Policies", Country Report, World Bank, Washington, D.C., USA..
- Braverman, A., N. Hassid and S. Drori, 1995, "Desalination Prospects West of the Jordan River: Problems and Solutions", IDA World Congress on "Desalination and Water Sciences", Abu Dhabi, UAE.
- Hussein, Z., D. Seckler, M. El-Kady, and F. Abdel-Al, 1995. "Financial, Economic Returns and Value Added per Consumptive Use of Water for Major Crops in Egypt", Strategic Research Program, National Water Research Center, Working Paper Series No. 2-4, Cairo, Egypt.
- Neff, R., 1996 "Evaluation of Desalination for Water Reuse/Recycling", Water Resources Strategic Research Activity, National Water Research Center, Unpublished Working Paper, Cairo, Egypt.
- Murakami, M. and K. Musiaka, 1994. "Non-conventional Water Resources Development Alternatives to Satisfy the Water Demand in the 21st Century", IWRA.



available in the agricultural drains has been considered as a potential source for additional water. An economic comparison for the use of desalinated brackish water in irrigation versus the current use of water (canal, drain, groundwater) was conducted by Neff (1996). Table 1 presents the net financial and economic value added, net returns and value added per one cubic meter of water for the current agricultural cropping patterns under current irrigation practices and when using desalinated brackish water, respectively. The table shows that using desalinated water for irrigation is not economically viable given the current cropping pattern and farm prices, when only considering the cost of desalting. It should be noted that in cases of agricultural drains containing other types of effluent, e.g. sewage and industrial wastes water, an additional cost should be accounted for to treat this water for potential agricultural uses.

### ENVIRONMENTAL EVALUATION

Although there is no fatal flaws in desalination technologies and there is a substantial history of environmental safe operation of desalination plant, there is a need, however, to identify document, and understand environmental concerns that are increasingly being raised. There are several environmental concerns associated with the disposal of desalting concentrates. The main characteristics of the desalination concentrates are raw water quality, pretreatment chemicals, water recovery, temperature, post treatment chemicals, and concentrate blending. The means of concentrate disposal vary from surface water discharge, disposal into sewage treatment plants, deep well disposal, evaporation ponds, to brine concentrators.

A major concern in the economical application of pressure driven membrane separation systems is the membrane fouling. Various solutes and foreign matters suspended in the feed water can foul a membrane, decreasing its productivity or even blocking or damaging the membranes. These foulants are scale formation, biological slime formation, suspended solids, colloids, metal oxides, oil and grease deposition. These foulants are the main types of foulant layer that forms on the high pressure side of the membrane. Scaling occurs if one or more of the following soluble salts which sparingly exist in the feed water deposits on membrane surface: Calcium Carbonate, Calcium Sulphate, Barium Sulphate, Strontium Sulphate, Calcium Fluoride, Silica. The drastic reduction in the water flux and the high cost of membrane replacement are the main problems caused by fouling.

Table 1- Net financial, net economic, and value added returns for various crops under current irrigation practices (Neff, 1996)

Crop	Irrigation Demands (m3)	Value Added Net Returns (Current Practice) (LE)	Value Added per m3 of Water (Current Practice) (LE/M3)	Value Added Net Returns (Desalinated Water) (LE)	Value Added per m3 of Water (Desalinated Water) (LE/m3)
<b>Economic Returns</b>					
Berseem (long)	2,358	780.09	0.33	-2,379.63	-1.01
Berseem (short)	2,358	273.40	0.12	-2,886.32	-1.22
Broad-beans	1,874	678.17	0.36	-1,832.99	-0.98
Cotton	4,011	3,554.88	0.89	-1,819.86	-0.45
Flax	1,110	2,561.18	2.31	1,073.78	0.97
Maize	3,027	798.60	0.26	-3,257.58	-1.08
Rice	3,748	1,135.74	0.30	-3,886.58	-1.04
Sorghum	2,492	527.44	0.21	-2,811.84	-1.13
Soybeans	2,894	426.52	0.15	-3,451.44	-1.19
Sugar Cane	9,869	1,636.63	0.17	-11,588.10	-1.17
Sugar beets	2,538	2,041.62	0.80	-1,359.30	-0.54
Wheat	1,902	1,426.55	0.75	-1,122.13	-0.59
<b>Financial Returns</b>					
Berseem (long)	2,358	1,209.75	0.51	-1,949.97	-0.83
Berseem (short)	2,358	576.86	0.24	-2,582.86	-1.10
Broad-beans	1,874	853.22	0.46	-1,657.94	-0.88
Cotton	4,011	2,346.31	0.58	-3,028.43	-0.76
Flax	1,110	612.22	0.55	-875.18	-0.79
Maize	3,027	938.29	0.31	-3,117.89	-1.03
Rice	3,748	1,046.92	0.28	-3,975.40	-1.06
Sorghum	2,492	710.16	0.28	-2,629.12	-1.06
Soybeans	2,894	619.28	0.21	-3,258.68	-1.13
Sugar Cane	9,869	2,008.61	0.20	-11,215.85	-1.14
Sugar beets	2,538	1,031.38	0.41	-2,369.54	-0.93
Wheat	1,902	1,203.35	0.63	-1,345.33	-0.71

Note: Base financial and economic return data was obtained from:

Hussein, Zakir, David Seckler, Mona El-Kady, Farouk Abdel-Al, 1995, "Financial, Economic Returns and Value Added per consumptive Use of Water for Major Crops in Egypt", Strategic Research Program, National Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt; Working Paper Series No. 2-4, March 1995.

Cost of desalinated water estimated based on data presented in Glueckstern, P., 1991. Cost of Large Scale RO Systems; Desalination, Vol. 81, Pg.49-56, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

### CONCLUSION

After exploiting all of Egypt's renewable fresh water resources, the country will have no choice except to search for water conservation and management practices to maximize the water use efficiency, and to develop non-conventional water resources. Water conservation is an important and essential issue in the



Desalination plants can be either single purpose plants to produce only fresh water or dual purpose plants to produce power and water. Electric power and fresh water are needed for new urban areas, rural areas, and tourist villages. Those plants utilize the expanded steam from the power directed towards improving the maximum temperature limitation of the plants by chemical treatment of the salt water. The choice of the least-cost options for power and water production has traditionally been accomplished by choosing the units which minimize the costs for stand-alone, base load production of power and water. The optimum configuration for co-production of water and power depends sensitively on the ratios of water to base load power and peak to base water electricity demand.

Figure 1 (Murakami,1994) shows the different desalination techniques and shows the ranges for which each process may be appropriate. The figure exhibits that reverse osmosis has a wide range for application starting from low salinity waters (100 ppm) up to highly saline water (45,000 ppm). Electro-dialysis techniques rank second with respect to the application salinity range as they apply for the saline water between 100 and 10,000 ppm. Distillation techniques apply mostly to highly saline water for salinities ranging between 10,000 up to 100,000 ppm. Ion exchange is used only for low salinity waters (less than 1000 ppm).

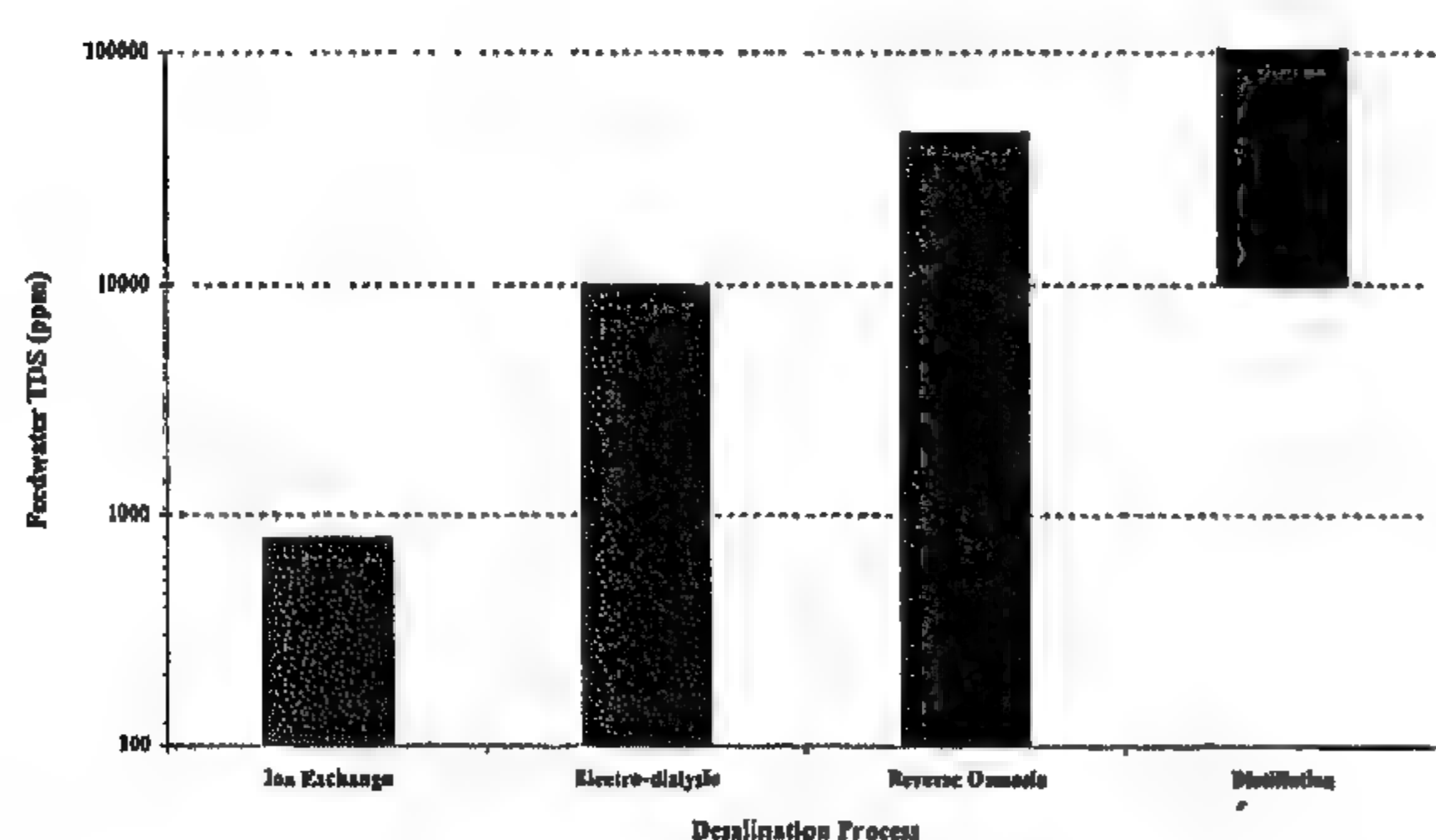


Fig. 1 - Different desalination processes used according to level of feedwater salinity

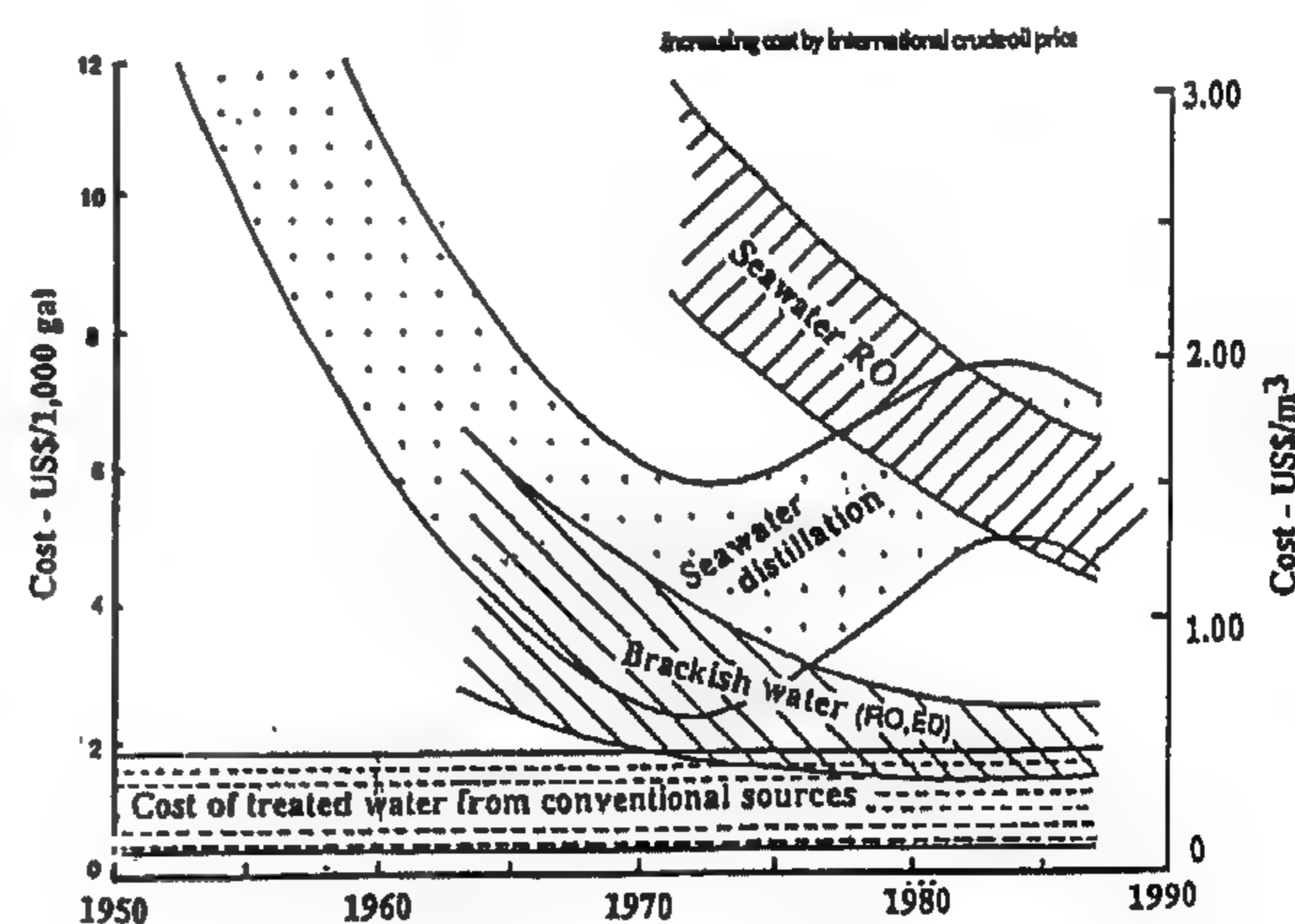
## ECONOMIC ASSESSMENT

Desalination processes are energy intensive and the cost of energy can account for up to 50 percent of the overall production cost. It is important to notice that low energy requirements do not necessarily indicate the least cost desalination method. Selecting a desalination

process requires an intensive cost analysis of the system parameters such as capital cost, operation, and maintenance costs, etc. The cost of desalination of water, regardless of the energy source, depends among other factors on the production capacity of the plant, technology used, cost of transportation of water, pretreatment etc. Because of the current energy prices associated with the desalination processes, the estimate for the cost for one cubic meter of desalinated sea water is LE 3.34, while the cost for one cubic meter desalinated brackish water was determined by LE 1.35 (Braverman,1995)

Figure 2 (Murakami, 1994) shows the trend exhibited in the cost of desalination of one cubic meter of water of different salinity levels, to turn it into potable water with accepted salinity for human use for drinking, considering various desalination techniques.

The figure shows that the desalination costs have decreased significantly with the seawater distillation techniques during the period 1950 - 1970 mainly because of the reduction in oil prices. After the oil crisis in the 1970th, the desalination costs went up but recently it is going down again because of the stability in oil price. Seawater RO shows a decrease pattern in the costs because of the advances in the technologies used concerning the membrane materials and process.



Remarks : Cost for distillation and RO for polish potable water; including, capital and operating costs (1985 price) for plants producing 3,700 - 18,000 m³/d.

Fig. 2 - Cost per one cubic meter water using different desalination techniques

As agriculture is considered to be the most water demanding sector, and because of the limited renewable water resources in Egypt to accomplish the land reclamation plans, desalination of brackish water



water reuse in agriculture, the overall irrigation efficiency is estimated at 65-75 percent after water recycling. In new reclaimed areas, modern irrigation methods (drip and sprinkler irrigation) are applied resulting in a higher application efficiency of 80-85 percent.

Present annual municipal and industrial demands are estimated at 3.1 and 4.6 bcm respectively. Future requirements depend very much on the rate of population growth. The population of Egypt according to the last census of 1991 is about 58 million and is expected to increase to 78 and 97 million by the years 2000, and 2025 respectively (World Bank reports, 1995). By improving transmission and distribution efficiency from 50 percent in 1990 to 90 percent in 2000, municipal water use is expected to remain constant even with the expected increase in population.

During the period from October to January irrigation requirements are not enough to maintain appropriate draft for river navigation. Special water used to be released for this purpose during low requirements season and used to flow directly through the river channel into the sea. Since 1987/88 releases for navigation are being reduced and have reached a minimum flow to sea of 0.3 bcm in 1995/96, which accounts only for leakage from Edfina barrage, located at the river mouth on the Mediterranean (Rosetta branch).

Hydropower generation was considered for many years as a major product from AHD for the developing industry in the country. Lately, thermal power stations have been producing most of the energy required by industrial activities, and hydropower production from the dam contributes only about 20 percent of the annual required energy. Those two uses are considered as non-consumptive uses of water.

The fragile match between water demands and supplies necessitates the search for water conservation and management policies to achieve the maximum water use efficiency for the existing resources. It also urges the development and use of new non-conventional sources of water. Desalination of brackish and seawater is evaluated here as an example of non-conventional water resources.

## DESALINATION TECHNOLOGIES

Desalination plants now in use range in capacity from a few thousands to millions of cubic meters of fresh water production per day. There are many different techniques used for desalinating water. Most

of desalination plants existing in the Middle East region are for providing municipal water through desalination of sea water. Very few use brackish groundwater as the feed water to produce domestic water supply.

Desalination processes are energy intensive, requiring either thermal, mechanical, or electrical energy. The choice of the desalination technique depends mainly on the size of the plant needed, the energy required, the cost of desalinated water, and the methods of disposing the brine.

Though many methods of desalination have been practiced, only few have been commercially developed. Basically there are four types of desalination processes:

Distillation or thermal processes such as Multi-Stage Flash (MSF), Multi-Effect Distillation (MED), and Vapor compression (VC), Crystallization or salt freezing, Membrane or mechanical processes such as Reverse Osmosis (RO) or Electro-Dialysis (ED), and Chemical as in ion exchange. The main energy sources for different desalination processes are: Fuel oil gas plants, Coal fired plants, Diesel engine, Hydroelectric power plants, and Nuclear reactors. Renewable energy sources (solar and wind) have also been used in operating desalination plants.

The multi-stage flash (MSF) and the reverse osmosis (RO) processes account for 95 percent of the total world desalting plants. Those two processes utilize fossil fuel as an energy source. MSF plants use steam as the energy input, while RO plants utilize electric power to pump the feed water against the membranes. Advanced nuclear reactors are being used to generate electricity and/or steam. Nuclear power desalination plants provide long-term availability of indigenous fuel, long-term fuel price stability, and minimal environmental impact. Nuclear power desalination plants have high capital investments as compared with conventional desalination plants. However, the operational expenses of the nuclear power desalination plants are considered drastically lower than the conventional ones.

Membrane systems are widely used to purify water of different quality, including brackish water, seawater, and even wastewater. Membrane processes used in water and wastewater treatment can be categorized into four classes according to the size of particles that can be retained; namely, reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration, and microfiltration. The capacity of RO membranes to reject ions is typically in the range of 95 to 99.9 percent.



## DESALINATION: STILL AN EXPENSIVE ALTERNATIVE FOR EGYPT

By  
Maha Tawfik\*

### INTRODUCTION

Egypt is unique in having only one source of water, the Nile River, to satisfy its different requirements. The rapid increase in population and the consequent development and expansion in agriculture and industry necessitate the search for better development and management practices for this limited and fragile source. The Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR) has initiated several water development and conservation projects to help compensate the continually increasing demands. These projects included the irrigation improvement project, the expansion of the reuse of drainage water, the hydraulic structures rehabilitation and maintenance, the river channel improvements, and other projects. Augmentation of the Nile waters with other non-conventional water resources is also an alternative under investigation. These non-conventional sources include groundwater, harvested rainfall, treated sewage and industrial effluents, and desalinated brackish and sea water.

Non-conventional water resources are becoming more important in achieving future water supply-demand balance. Non-conventional water resources development alternatives are the priority alternatives, taking into account that there are few constraints. The paper presents the desalination of sea and brackish water as a feasible alternative for satisfying rapidly growing demands. It also summarizes the knowledge obtained concerning the existing desalination technologies. The paper addresses the question of whether desalinated water should be limited only for domestic and industrial uses or it should also be provided for specific agricultural schemes. The paper also presents an evaluation of the possibility for using brackish desalinated water in irrigation.

### WATER RESOURCES

Egypt is an arid country that receives an annual amount of rainfall that seldom exceeds 200 mm along the northern coast, declines very rapidly from these coastal areas to inland, and becomes almost nil, south of Cairo. This meager rainfall occurs in winter in the form of scattered showers and cannot be reliable for extensive agriculture production.

Groundwater exists in the Western Desert, generally at large depths. It has been indicated that most of this source is not a renewable resource. Use of this fossil water depends on the cost of pumping, depletion of storage, and potential economic return over a fixed time period. Groundwater is also available in Sinai peninsula in numerous aquifers of varying capacities and qualities.

The country is almost entirely dependent on the Nile to satisfy its various water requirements. Egypt's share from the Nile is limited to 55.5 billion cubic meters (bcm). The Nile provides about 95 percent of Egypt's renewable water resources. There are two non-

conventional resources of water that are being used in providing water for irrigation; groundwater in the Nile Valley and Delta, and agricultural drainage water. It should be noted that these two sources do not represent an additional source of supply but rather they are considered as two forms of recycling of the Nile water. The current annual rate of abstraction of groundwater from the Valley and Delta aquifers is about 4.0 bcm. There are about 4.6 bcm of drainage water that are being reused officially in the Nile Delta.

### WATER REQUIREMENTS

The fact that should be realized is that almost 85 percent (47bcm) of Egypt's Nile water is allocated for agriculture, whereas, water allocated for domestic and industrial uses is less than 15 percent. The total irrigated area amounts to about 7.8 million feddans. Surface irrigation is practiced in most old agricultural areas in Egypt (about 6.0 million feddans), with an application efficiency ranging between 40 and 60 percent. Because of groundwater pumping and drain

\* Researcher, Strategic Research Program, National Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt.

## REFERENCES

- Abdel-Gawad, S.T. 1994. *"Drainage Quality and Environmental Issues"*, VIII World Congress on Water Resources, Proceedings, Volume 1, Cairo.
- Abu Zeid, M. 1992. *"Water Resources Assessment for Egypt"*, Canadian Journal of Development Studies, Special Issue.
- Delft Hydraulics, 1993. *"Environmental Action Plan Egypt"*, Working Paper on Water Resources, Mission Report, the Netherlands.
- DRI / SC-DLO, 1995, *"Reuse of Drainage Water in the Nile Delta; Monitoring, Modelling, and Analysis"*, Reuse of Drainage Water Project, Final Report, Cairo.
- Kelly, R.A. and Welsh, J. 1992. *"Egypt Water Management Action Plan : Phase II"*, USAID / GOE, AID Project No 398-0365, Pride Technical Report No 5, Cairo.



### Administrative and Institutional Arrangements

Water quality management can not be separated from water management as a whole, nor from virtually any sector or social and economic activity. It must therefore be well recognized, accepted, and agreed that:

- A single authority takes a leading role in setting national objectives, monitoring the situation, proposing legislation, and have capability to enforce laws and regulations.
- A strong sharing of responsibilities between all actors (government, regions, users) will be institutionalized, at policy making level, as well as on the policy enforcing level.
- Water quality management will be institutionalized at the national, regional, and governorate levels.

Obviously, MPWWR is the lead authority in water quality management, however, the Egyptian Environmental Protection Agency (EEAA), has a central role in protecting the environment including water-related issues. EEAA is the coordinating body between the Cabinet of Ministries and the various Ministries and other Authorities in the field of environmental issues. It takes responsibilities and duties in all environmental affairs at the planning and legislative level.

The role and responsibility of other ministries, authorities, and user groups towards water quality is well recognized. Ministries concerned with water quality are :

- Ministry of Agriculture, Land Reclamation, and Fisheries (MALRF) which initiates the policies related to farm production including use of fertilizers and pesticides.
- Ministry of Housing and Construction and Public Utilities (MHPU) responsible for potable water and sewage treatment.

- Ministry of Health (MOH), legally entrusted with the monitoring of water quality for drinking water supply and general safety of water use .
- Ministries of Industry, Transportation , Tourism and Energy.

Two national inter-ministerial committees ensure the coordination of various ministries concerned by water use and management. The first is the Supreme Committee of the Nile (chaired by MPWWR) and the second is the Coordinating Committee for Land Reclamation. NGO's have an important role in pollution prevention. Until very recently this role was absent but some promising efforts are now being made. Hopefully this role will increase. Possibly this will happen when the awareness programs initiated by MPWWR are intensified and achieve their objectives.

### CONCLUSION

Water is a scarce natural resource in Egypt. Increasing signs of pollution from agricultural, industrial, and domestic sources are alarming. The Ministry for Public Works and Water Resources is responsible for water resources planning, management, and general distribution for the entire country . Water quality management is an integral part of the water management process and they can not be separated. Tools for water quality management include monitoring, analytic facilities, computational capacity, institutional, and legal framework, awareness, and law enforcement power . The present time witnesses a rapid development of those tools within the MPWWR. Another important factor for successful water quality management leading to clean waters and healthy environment is the involvement, cooperation, and coordination among all ministries, authorities, user groups and individuals using or concerned with water. This leaves nobody out.



### Central Water Quality Laboratory

Although each of the research institutes carrying out water quality monitoring has its own laboratory, most of these laboratories need, to a varying degree, improvement and strengthening to provide reliable results. Standardization of analysis procedures, introduction of quality control and quality assurance and strengthening the available facilities in terms of equipment and personnel are common requirements. It has been decided to integrate the analytical capabilities for water quality analysis in NWRC in one central laboratory which serves all the institutes. A modern laboratory is under construction at present with technical assistance from CIDA and inputs from all other on-going projects involving a water quality monitoring component.

The new Central Laboratory will carry out physical, chemical, and biological analysis for water, soil, and plant samples according to established operational procedures and analysis methods. It will maintain a data base and reporting capability. The Central Laboratory will be a part of the newly designed national water quality monitoring network.

### Other Monitoring Activities

Other monitoring activities related to water quality at regional and local levels are frequently carried out for in-depth analysis of problems that require especial attention. This effort usually ends with recommendations and proposed solutions for decision makers. However, there are still some gaps in the national water quality monitoring effort. This is mainly related to the water in the distribution canal system downstream the main Nile Channel. Meanwhile, some monitoring programs need upgrading and improvement. These are the Nile and Upper Egypt drainage networks. Plans to implement these improvements are in their final stages with technical assistance from CIDA.

### WATER QUALITY MANAGEMENT

Water quality management can not be desiccated from water management as a whole nor from virtually any sector or the social and economic life. The planning sector of MPWWR has an important task in the integrated planning and management of water resources. In this capacity it drafted the 1982 National Water Master-plan. Until very recently water quality was not addressed in a comprehensive manner during the planning and management processes. Recognizing the needs and conditions to reach this stage, it was realized that there is a need to strengthen the planning and water management capabilities before a new master-plan can be drafted.

While strengthening the monitoring capabilities is a step towards an integrated water management, strengthening the capabilities of the planning sector is another important requirement. In progress since about two years a project with technical assistance from the Netherlands to achieve the following objectives :

- Enhancement of the planning capability of the planning sector of MPWWR regarding integrated, sustainable, and environmentally sound use and development of water resources .
- The implementation and application of tools for integrated water resources management, with emphasis on water quality models.

A long-term objective of water resources management, is to develop a strategy for institutionalization of water quality management including financial aspects such as introduction of a system of permits / licenses for operation with associated permissible pollution loads as well as phasing for reduction / treatment, penalties, duties, cost-sharing in water management, etc.

### Planning and Management Tools

In the framework of the analysis of the water resources system, a generally applicable computational framework, based on existing and well-established simulation models, are used to simulate the response of the system to developments and measures applied to improve the water resources system. The computational framework can subsequently be applied to evaluate the effects of alternative measures to reach the objectives for water resources management. Comparison of the effects of different measures allows a ranking of measures and the selection of promising measures. Promising measures will then be combined to strategies that meet the objectives for water management.

While the planning sector has extensive in the field of mathematical modelling of water distribution, there is definite need for experience in the field of water quality modelling and management. The NWRC provides support for the management of the water resources including water quality issues. In addition to the data sets and information provided to the planning sector, mathematical models for integrated water management and simulation of pollution transport and fate are provided by the research institutes. Example is the SIWARE model developed by DRI for simulating water management in the Nile Delta (DRI / SC-DLO, 1995) which can simulate and predict the long-term effects on soil salinity, water table levels, and crop yields.



winches to continuously measure flow velocities at their outlets. The monitored water quality parameters, until 1994, were limited to EC, TDS, pH, calcium, magnesium, sodium, potassium, manganese, chloride, carbonate, bicarbonate, and sulfate. Heavy metals (iron, copper, and zinc), BOD, COD, and E-coli coliform bacteria in terms of most probable number (MPN) were added at 6 important sites. Water samples are collected on a routine basis once every month to be analyzed at the DRI's laboratory. A data year book is annually published by DRI including a summary of the monitored quantities and qualities of drainage water.

In 1995 the Monitoring and Analysis of Drainage Water Quality (MADWQ) project started in 1995 at DRI to establish an integrated monitoring network which can provide a clear insight not only on concentrations but also on the total load of pollutants. The project will extend the monitoring activities to the drainage system in Fayoum and will include all significant types of contaminants. Its activities will be executed in three steps as follows:

- Reconnaissance survey to determine the drainage water quality status and its spatial and temporal variations. A total of 235 monitoring sites were selected for this purpose.
- Based on the assessment of the reconnaissance survey the parameters and locations that will be monitored on routine (monthly) basis will be defined.
- The final step will be the integration of the water quantity and quality programs.

### Groundwater Quality Monitoring

During the past years, some observation wells were selected for periodic sampling and chemical analysis every three months. In addition, during the implementation of groundwater research programs, water from additional wells located in the study areas were analyzed. Recently the Research Institute for Groundwater (RIGW) started a research program on groundwater pollution with technical assistance from the Netherlands. The objectives of this project are:

- To establish and maintain a groundwater quality monitoring network covering the Nile aquifer system.
- To establish laboratory and analytical capacity to perform reliable analysis and publication of results.
- To strengthen the institute in groundwater quality management.
- To carry out field experiments on the feasibility of artificial recharge for temporary storage of excess

water during the winter closure.

**The program includes the following various activities and tasks:**

- Assessment of groundwater vulnerability to pollution in some spots of the Nile alluvium.
- Assessment of groundwater pollution from domestic and industrial activities at some locations in Cairo and the Delta.
- Drawing a strategy on monitoring and control of groundwater pollution.
- Design of a monitoring network for groundwater quality.
- Monitoring and control of groundwater pollution.

### Design of the National Monitoring Network

The above activities summarize the on-going efforts to monitor the quality of the Nile water, the drainage water and groundwater. Parallel to those monitoring activities, other ministries, each responsible for the interest of water related or water using sectors (agriculture, fisheries, drinking water supply, public health, industrial water supply, etc.) are expected to monitor water quality as relevant for specific functions. For example, MOH will continue to monitor the water quality at drinking water wells and surface water intakes for drinking water plants. However, all the monitoring activities are not linked or integrated to form a nation-wide effort for water quality monitoring. Thus, the status of water quality is still rather sketchy and does not present an overall coherent picture, with many gaps in information about source-effect chains of water pollution.

Partly due to the scattered responsibilities for monitoring activities and partly because of the gaps in knowledge a need has been identified for an integration of the existing water quality networks and coordination of institutional efforts in the operation of those networks. Given MPWWR's expected formal task in monitoring the water quality of Egypt's water resources, a thorough review of the on-going monitoring activities became necessary for the national water quality monitoring system in all relevant aspects. This will therefore, cover institutional aspects, technical aspects, laboratory facilities, data storage, and retrieval facilities as well as reporting. To this effect a project has started by the end of 1995 for the "Design of an Integrated National Water Quality Monitoring Network in Egypt". The project is implemented with technical assistance from the Netherlands.



must be designed. The type of information sought depends upon the objectives of the monitoring network. Network design means determining the location of sampling points, frequency of sampling and selecting the water quality variables to be measured in relation to the objectives of monitoring. Monitoring programs include the establishment of data basis, management information systems and dissemination of this information.

### Nile Water Monitoring

During the last two decades NRI was strongly involved in water quality management and pollution monitoring for the Nile channel and branches. NRI has collected quantitative information on physical, chemical, and biological characteristics of the river and its branches, in addition to waste water from drains and out-falls located along the river. To this end, a permanent monitoring program for the river was established aiming to meet the following objectives :

- To serve as a general reference for water quality conditions in the entire river.
- To point sources of pollution and detect violation of water quality standards and maintain effluent standards.
- To determine trends in water quality and seasonal changes.
- To enable the analysis of fate and transport of pollutants and determine the assimilative (self-purification) capacity of the water system.

The NRI in collaboration with the central Laboratories of the Ministry of Health has carried out sampling for water quality analysis during the period 1976-1979. From 1984 through 1986, the NRI and the Occupational and Environmental Health Center of the Ministry of Health collaborated in implementing monitoring activities. NRI and the Faculty of Agriculture, Alexandria University collaborated on 1987 and 1989 in monitoring water quality in the Rosetta and Damietta Branches.

Water samples were collected from a total of 398 points along the river from Aswan to the Delta Barrages, of which 270 were river sites every 10 km and 128 sites at waste discharge out-falls (agricultural drains, industries, municipalities, and power stations). The total number of sampling sites along the Rosetta Branch was 35 while along the Damietta branch there were 31 sites. Not all sites were sampled each time.

More recently, along the River Nile 35 sampling sites were selected to maximize the spatial information

while minimizing the sampling effort and cost. The sampling frequency is designed to develop gradually on the long-term to include :

- Four times a year for all river sites (35) and some major points of pollution.
- Monthly for five river sites which are upstream and downstream the High Aswan Dam and upstream each of the Delta Barrages, Edfina Barrage, and Faraskoor Dam.
- Special studies for specific areas or certain source of pollution or on the bed sediments.

The sampling program was implemented for the first time in 1991 and continued twice a year for the following two years for all 35 river sites and major point sources of pollution. In 1994 the program was conducted only once a year for budget limitation and stopped in 1995. In addition, a special study was carried out on Rosetta and Damietta Branches during the winter closure period of 1990-1991. Analyses were carried out by the analytical laboratory established by the institute. The financial support for field and laboratory equipment and technical assistance were provided from the Canadian International Agency (CIDA).

### Drainage Water Monitoring

The ultimate goal of the drainage water monitoring program is to obtain accurate knowledge about the status of drainage water in terms of quantity and quality and their temporal and spatial variations for the proper planning and management of drainage water reuse. Monitoring of drainage water started as soon as the policy of reuse of drainage water was adopted. In 1977 the Drainage Research Institute (DRI) started with technical assistance from the Netherlands to collect on a monthly basis samples from about 47 sites located along the main drains in the Nile Delta (1600 km). A permanent network for routine monitoring was identified in 1981 and since 1983, the network has been continuously maintained and upgraded to provide reliable measurements following standard methods and procedures. The current monitoring network consists of 80 measuring sites distributed over the reuse pump stations (13), the drainage pumping stations (21), and the rest along the open main drains at or near bridges or culverts.

Operation time counters, level gauge recorders and salinity meters are installed at the pumping stations. Level gauge recorders, salinity meters and velocity recorders are installed at the open locations. Two important outfall drains were equipped with cable-way



in water used for irrigation. In Egypt, this applies for both canal and drain water due to the increased need for drainage water reuse for irrigation (Abdel-Gawad, 1994).

At present, high investments are made to improve the sewage systems especially in Cairo, Alexandria, and most major cities where high concentrations of population are living. Primary treatment of urban sewage will be insufficient to prevent a further deterioration of vital water bodies. Even secondary treatment will not be sufficient to ensure the possibilities of water reuse and prevent a further pollution with nutrients and pathogenic bacteria (Delft Hydraulics, 1993).

### Industrial Waste Water

The industrial wastes are considered as one of the main sources of environmental pollution especially for the water system. They contribute a wide variety of pollutants, of which heavy metals and toxic compounds generate the most concern. Egypt has about 20,000 industrial facilities, only 700 of which are major ones. Until very recently, 330 of the major industries were public owned. The facilities that are classified as "industrial" include activities such as food processing, mining, and production of engineering products, chemicals, electronics, textile, paper, etc.

Depending on their location, industries may either discharge their liquid waste directly to the river, canals, and drains or may be discharged with sanitary wastes. Large bodies of water, generally, can handle pollutants such as oil and grease and TSS, except in excess. Toxic pollutants, however, pose the greatest threats when discharged to those waters because fish concentrate the heavy metals and when eaten, can cause human health problems.

The total estimated amount of BOD discharged by industrial plants amount to 270 tons/day. There is no definite estimate about the discharged amount of toxic substances like heavy metals and organic micro-pollutants. From the total discharge of some heavy metals it can be concluded that those substances are discharged mainly from the Greater Cairo and Lower-Egypt at a rate of 0.75 and 0.5 tons/day respectively. The food processing industry (especially 10 sugar factories between Aswan and Cairo) is considered the cause of more than 50% of the BOD load, while the heavy metal input originates for close to 60% from the chemical sector.

### Agricultural Chemicals

Contaminants disposed into the water system by agricultural activities are mainly related to salts,

pesticides, and fertilizers leached with drainage water. Obviously, part of these chemicals is drained into the surface water system, either directly or indirectly by groundwater seepage. Not only the surface water will be affected by agricultural activities, but also groundwater pollution may result.

Application of nitrogen, phosphate, and potash fertilizers in the Egyptian agriculture showed an increase of nearly 4 fold during the 1960-1988 period (Abu Zeid, 1992). Nutrients contribute to eutrophication of water and depletion of dissolved oxygen while nitrates particularly in groundwater may cause major health problem. However, starting in the late eighties due to lifting subsidies on fertilizers, a reduction in the use of fertilizers occurred.

There was wide spread opinion that pesticides do not usually leach through soils to shallow and deep groundwater. Contamination of groundwater wells and streams by pesticides were attributed to incorrect handling of application equipment and pesticide residues and of spray drift. Modern sampling and analytical techniques confirmed contamination of groundwater by pesticides.

### Navigation and River Transport

Commercial and public transportation, recreation boats and tourism cruises are main sources in relation to Nile water pollution. Although the domestic pollution related to these sources is low in comparison with other inputs, the increasing number of vessels (9,000 units) might need some treatment facilities.

Apart from domestic waste inputs, the riverine fleet will also contribute to pollution by oil and grease. In addition to operational spilling, more serious pollution inputs can occur in case of accidents.

### MONITORING AND ANALYSIS PROGRAMS

Water quality monitoring programs are implemented by several organizations, the most significant routine ones are those carried out by the NWRC institutes to determine the water quality status, its causes and effects. The on-going monitoring programs are at different stages of development and content, but there are still many gaps. Efforts are made to bring up those programs to a level satisfying the national, regional, and local interest of pollution control and environmental protection.

Water quality is determined by quantitative information on physical, chemical, and biological characteristics of water. For large bodies of water and intensive canal systems a reference network of sampling points



disposal of agricultural drainage water down to a final destination.

The planning sector of MPWWR has an important task in integrated planning and management of water resources. Water distribution and management is the responsibility of the Irrigation Sector. The construction of irrigation and drainage main infrastructure in the newly reclaimed lands is the responsibility of the Horizontal Expansion Sector.

Attached to MPWWR is the National Water Research Center ( NWRC ) with its 12 research institutes. The main objective of NWRC is to provide research results for the support of the planning and management of the water resources and water quality in Egypt. Among the institutes of the NWRC exist the following :

- The Nile Research Institute ( NRI ), which covers a comprehensive range of activities concerning the control, development, and management of the Nile main channel including the two branches and the Naser Lake ( The high Aswan Dam reservoir ).
- The Water Management Research Institute ( WMRI ), which covers the water distribution down to the farm level, irrigation methods, and crop water requirements.
- The Drainage Research institute ( DRI ), which covers agricultural drainage, and reuse of drainage water issues.
- The Research Institute for Groundwater ( RIGW ). It is generally responsible for the management of all aquifers in Egypt.
- The Climatic Changes and Environmental Impacts on Water Resources Research Institute ( CCEIRI ), is recently established to carry out research work related to integrated water management and their environmental impacts with special reference to expected climatic changes.

## LEGAL FRAMEWORK

The present water legal framework is made of two recent acts : Law 48 (1982) and Law 12 (1984). Law 48 regulates the discharges of effluent into the Nile system, in view of their protection from pollution. It generally :

- Imposes licensing by MPWWR of the discharges of all solid, liquid, and gaseous effluent.
- Specifies quality standards of effluent.
- Entrusts the Ministry of Interior with control ( Police)

of waterways.

- Provides authority to the irrigation engineers of MPWWR to inspect violations.
- Entrusts Ministry of Health ( MOH ) with control laboratory analyses.
- Creates a fund to receive fees and fines, to be used for laboratory analyses, research, and studies, subsidizing water treatment, and rewarding informants on law violation.
- Defines penalties.

By-laws, issued by the MPWWR, further specify specific fields of application, regulations and standards.

The Irrigation and Drainage Law ( Law 12, 1984 ) regulates the use of water including groundwater, and provides equity to the users. It also controls the operation of the field laterals mesquas and field drains. It generally controls the following :

- Water rights and water ownerships.
- Areal and sectoral water use priorities.
- Beneficial and harmful use of water.
- Groundwater use and groundwater administration at national, regional, and local levels.
- Financial and economic aspects of water resources, including state and farmers participation (new amendment), water rates and charges, and reimbursement policies (especially with respect to field drainage).
- Penalties.

## SOURCES OF WATER POLLUTION

### Domestic Waste Water

Most cities and about 5.000 villages lack any system of waste water collection and treatment. Semi-treated or untreated waste water from unserved areas are discharged in water ways and particularly in drains. The projected amount of raw sewage for year 2000 (62 million population) is 1.760 tons/day. The total BOD load of such an amount of municipal waste water can be roughly estimated at 2.500 tons/day. Presently, an estimated 0.3  $\text{bm}^3$  /y of raw sewage and pit sludge infiltrates to shallow ground water and discharge to canals or drains ( Kelly and Welsh, 1992 ).

Untreated domestic waste water is the single greatest source of water pollution by pathogens and parasites. Rural residence who are in direct contact with water are at risk. Equally significant is the exposure of edible crops to domestic wastes discharged



## MPWWR WATER QUALITY MONITORING AND MANAGEMENT PROGRAMS

By  
Safwat Abdel - Dayem \*, Mahmoud Abu Zeid \*\*

### ABSTRACT

Pollution by agricultural chemicals and industrial and domestic wastes endangers Egypt's limited water resources. The ministry in-charge of planning and management and general distribution of water resources is the Ministry of Public Works and Water Resources. Its responsibilities include institutional and legal arrangements for integrated water management that ensures good water quality and protection of the surface and ground water resources from pollution. To this end, tools are developed and capabilities are being strengthened for efficient water quality monitoring, planning and management. The role and responsibilities of other parties involved in water use and management is recognized and appreciated.

### INTRODUCTION

Fresh water is a finite and limited resource in Egypt. About 98% of these resources represented by the Nile water originates beyond Egypt's international borders. This creates the difficult situation that this vital resource permanently depends on the management of its upper catchment by other nine countries having responsibility for its water quality conservation. By agreement signed with Sudan in 1956 Egypt's share of the Nile flow is  $55.5 \text{ Bm}^3/\text{y}$ . It is not foreseen in the near future that this share will be increased. In addition to the Nile resources, Egypt receives some very limited rainfall along its northern Mediterranean coast during winter time in the form of scattered nonuniform showers. The Nubian aquifer also provides limited nonrenewable share of Egypt's water resources.

Pressure on Egypt's fresh water is already severe. A population of about 60 million people depends on the available resources. This means a per capita share of less than  $1000 \text{ m}^3/\text{y}$  expected to fall to about  $500 \text{ m}^3/\text{y}$  by the year 2025. The rapid population growth and associated needs for more food production, drinking supplies, domestic consumption and industrial production will increase stress on the available fresh water resources. Water management will be increasingly critical and Egypt is facing a fact that it will be one of the world most water-scarce countries.

Facing the increasing water demands that exceed supplies requires a very high efficient level of water management. It also dictates using water of inferior quality provided that measures are made to protect the environment and public health from adverse effects.

The reuse of agricultural drainage water and treated sewage water in irrigation became necessary during the last two decades and this will increase in the future. This policy helps in meeting a substantial part of the irrigation requirements of the existing agriculture and future reclaimed lands.

Pollution from domestic, industrial, and agricultural activities is a great threat to the available usable water. Disposal of wastes into the Nile and water ways is regulated by Law 48 which sets the allowable standards of the disposed effluent. Enforcement of the Law and its standards is still difficult and increasing loads of pollutants are disposed in the fresh water system (Nile, canals, drains). Groundwater also receives pollutants from agricultural lands and cities with poor sewerage facilities. The great challenge for survival is not only to conserve water quantity but also its quality.

### INSTITUTIONAL FRAMEWORK

The water resources planning, management and general distribution at the national, regional, and local levels is under the direct authority of the Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR). Therefore, MPWWR has -inter alia- the following main responsibilities :

- Quantity and quality management of all surface and groundwater.
- Construction, operation, and maintenance of dams, reservoirs, and irrigation and drainage systems.
- Delivery of irrigation water down to farm level and

\* Director, Drainage Research Institute.

\*\* President, National Water Research Center.

A better agreement between the finite element and the experimental results can always be obtained by refining the used mesh and implementing a larger number of elements. However, this will be at the expense of the economy of the solution. Furthermore, the finite element method can only be used to examine an element that has already been designed using some other method, and not initiate the design process itself.

It is therefore recommended to rely on non-linear

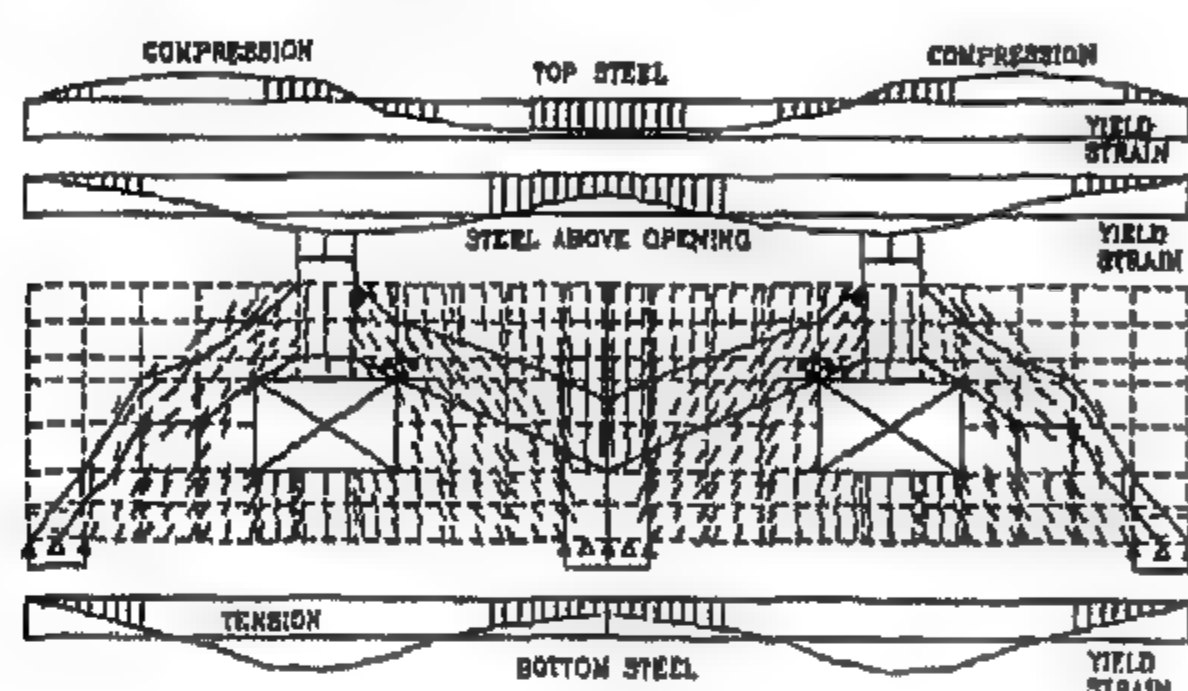
finite element analysis programs of the NLFEA90 family only to visualize the expected stress field for the complicated cases where a clear force flow is not obvious. Extending the finite element outcome to an accurate estimation of complicated element capacities will require a much more sophisticated modelling that may not be an attractive design option. In such cases, simple and straight forward design methodologies such as the strut-and-tie method can give a more reliable lower-bound capacity estimate.

## REFERENCES

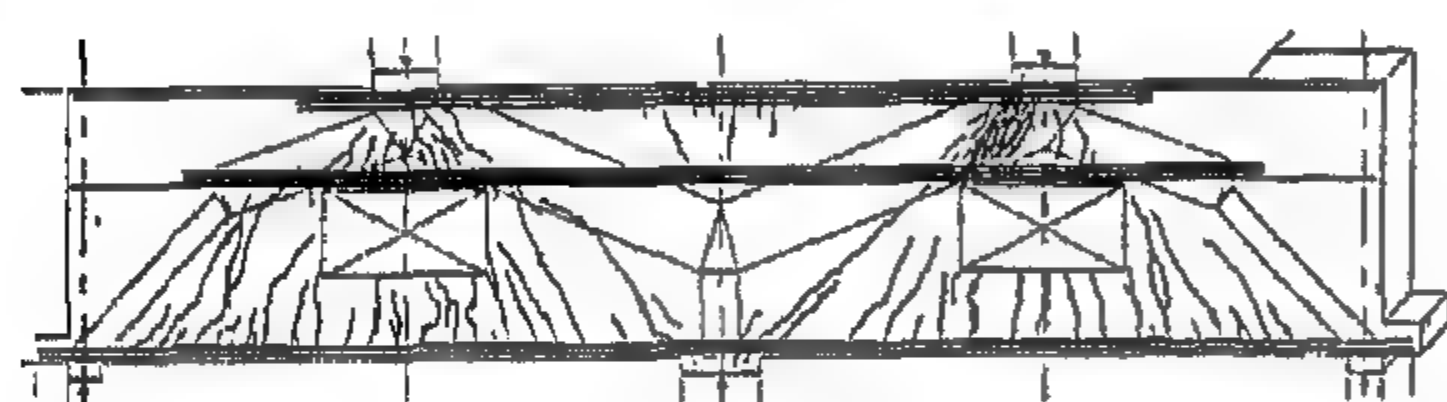
1. "Egyptian Code of Design and Construction of Reinforced Concrete Structures", Center of Housing, Building, and Urban Development, Cairo, Egypt.
2. ACI, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete", (ACI-318-95), American Concrete Institute, Detroit, Michigan.
3. CEB-FIP Model Code 1990, "Design Code", COMITE EURO - INTERNATIONAL DU BETON, Publisher, Thomas Telford Services Ltd, Telford House, 1 Heron Quay, London 1993.
4. Schlaich, J., Schafer, K., and Jennewein, M., "Towards a Consistent Design of Structural Concrete", *PCI Journal*, Vol. 32, No. 3, May-June, 1987, pp.74-149.
5. Marti, P., "Basic Tools of Concrete Beam Design", *ACI Journal* / January-February 1985.
6. Marti, P., "Truss Models in Detailing", *Concrete International*/ December 1985.
7. Cook, W.D. and Mitchell, D., "Studies of Disturbed Regions near Discontinuities in Reinforced Concrete Members", *ACI Structural Journal*, March-April 1988.
8. Ali, M.A.M., "Application of Equilibrium Truss Models to Reinforced Concrete Deep Beams with Web Openings", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1993.
9. Zaatar, W.A., "Application of Equilibrium Truss Models to Continuous Reinforced Concrete Solid Webbed Deep Beams and with Web Openings", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1994.
10. Mosalam, K., "Integrated Modular Computer Program for Plane Non-Linear Analysis of Reinforced and Prestressed Concrete Structures", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1990.



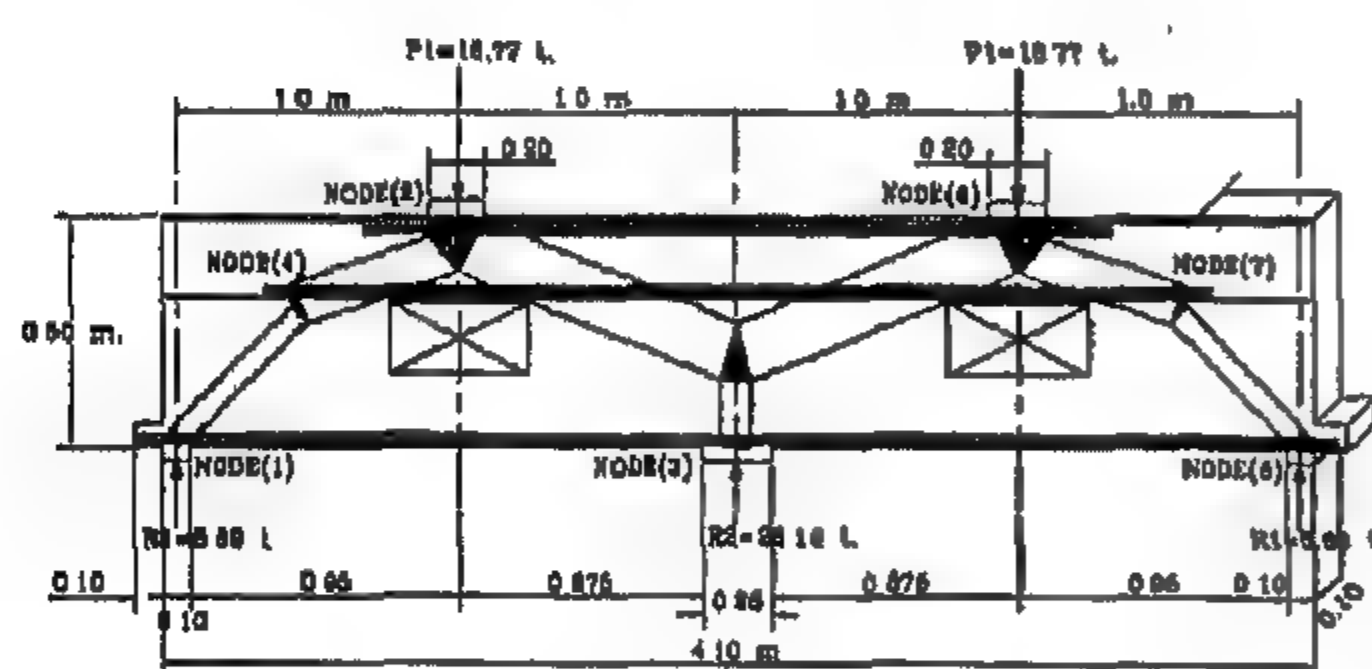
above-opening, and bottom reinforcement exceeded their yield strain. It is interesting to notice that, the steel above the openings yielded (or was close to yield) within the distance between the opening outer edges. This result is consistent with the assumed truss model, where a tension tie (with constant tension force) is assumed at this location. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 39.62 tons, versus an experimentally measured value of 30.2 tons and a truss model design load of 26.4.



(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern

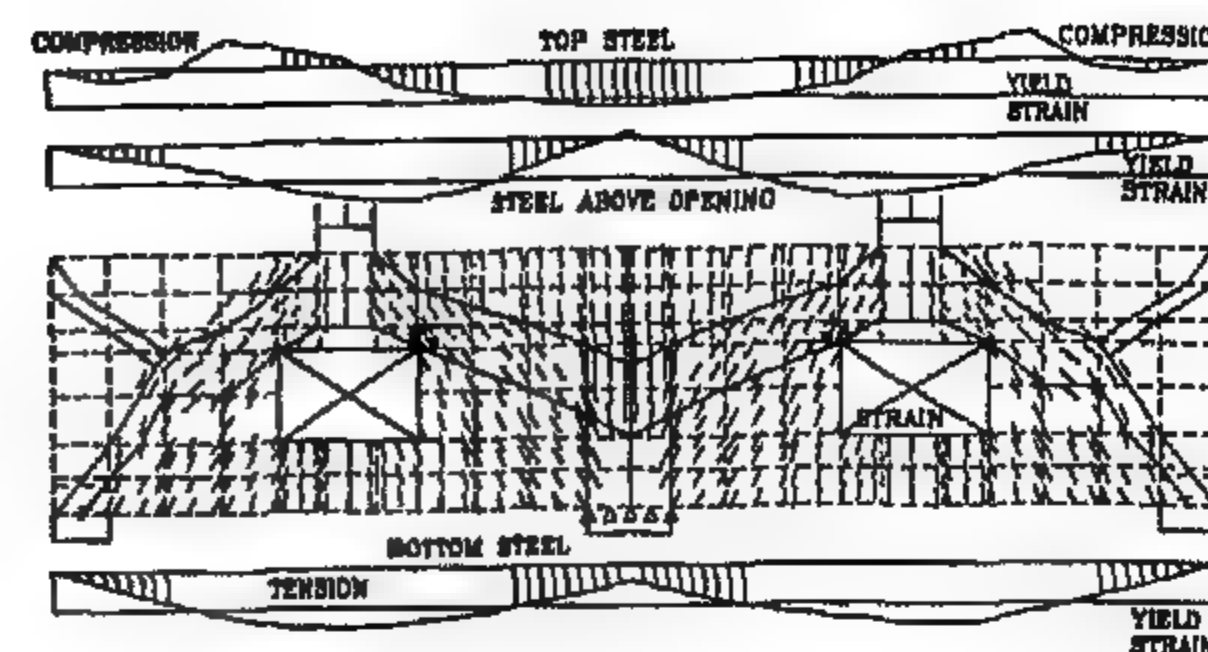


(c) Design truss model

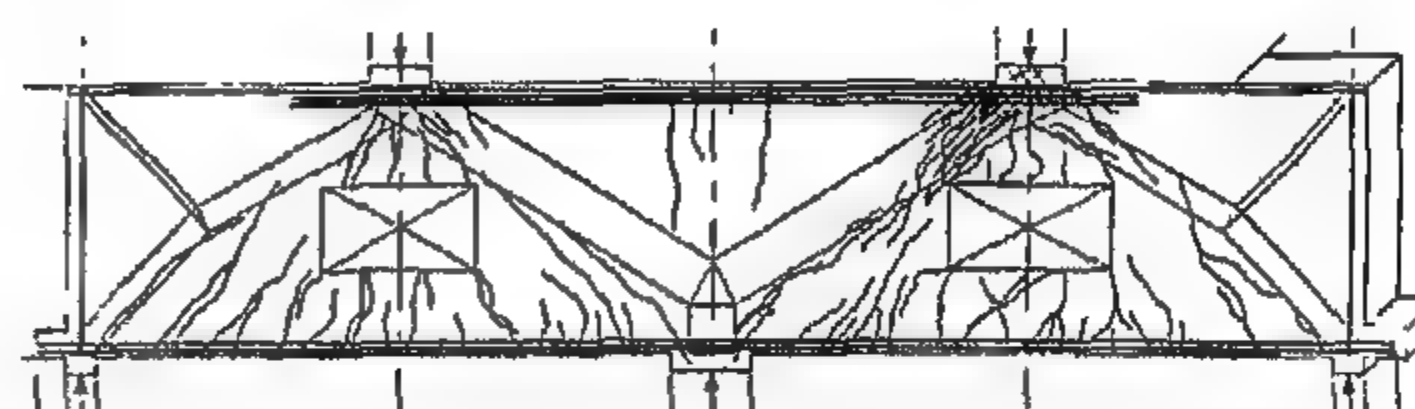
Fig. 8 - Specimen R3 results [9].

#### 5.4. Specimen R4

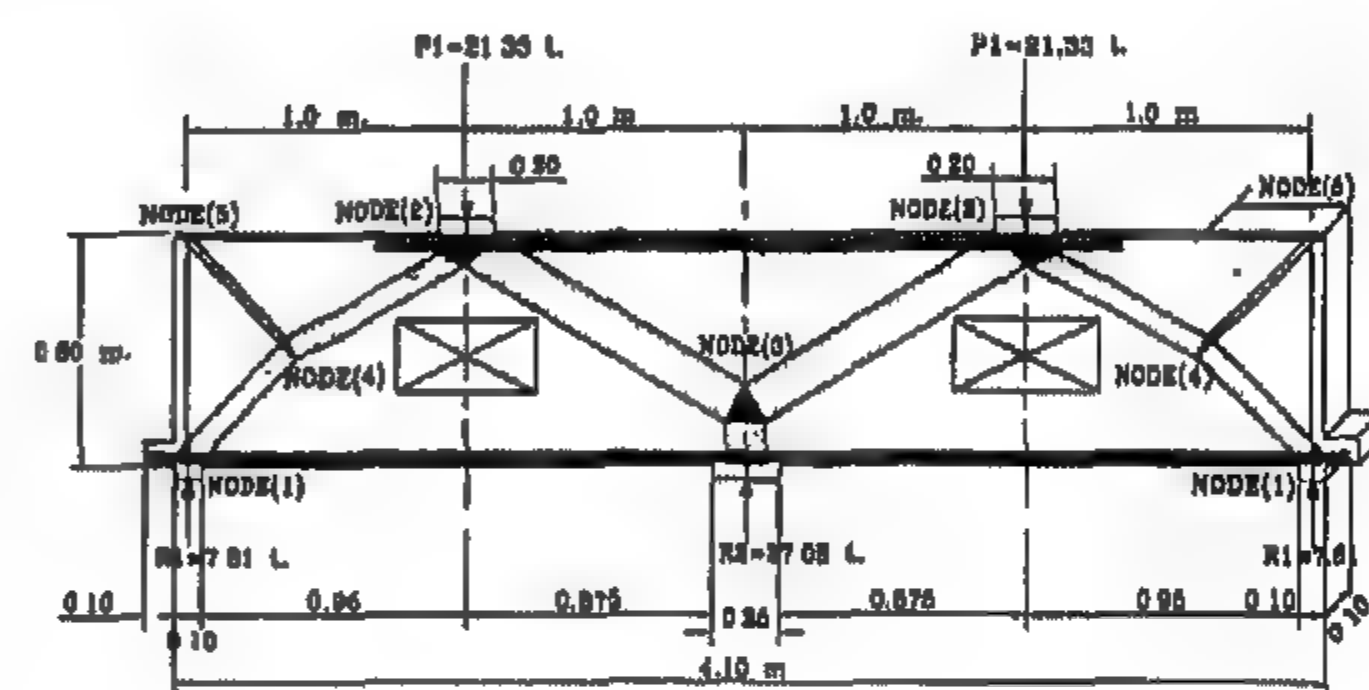
This specimen was geometrically identical to specimen R3, except that a different truss model was assumed for design. Figures 9.a, b, and c show the finite element cracking pattern, the experimentally observed cracking pattern, and the design truss model respectively. The numerically obtained cracking pattern was again consistent with both the experimental one and the assumed truss model. The finite element analysis could also capture the yield of the top, above-opening, and bottom reinforcement. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 30.42 tons, versus an experimentally measured value of 26.1 tons and a truss model design load of 21.33 tons.



(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern



(c) Design truss model

Fig. 9- Specimen R4 results [9].

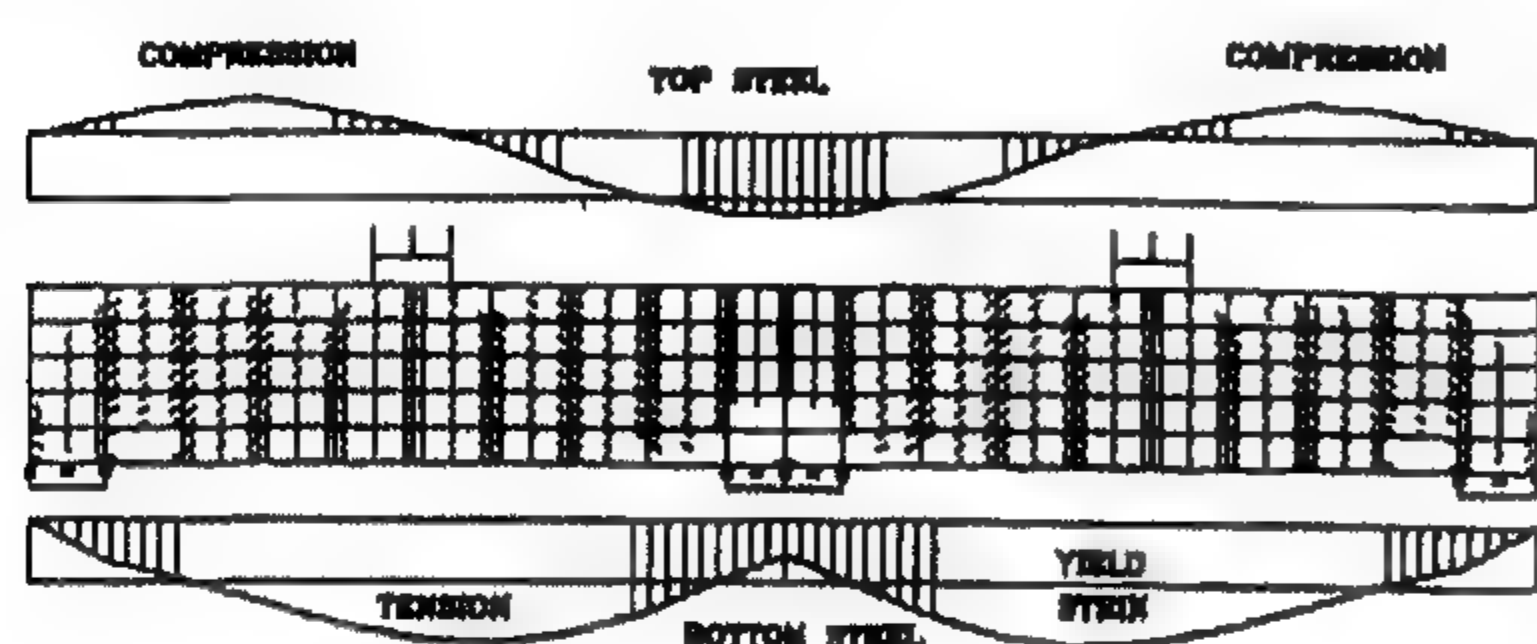
## 6. SUMMARY AND CONCLUSION

A non-linear finite element analysis was carried out for four simply supported deep beam, and four two-span continuous deep beams previously tested at Cairo University Concrete Research Laboratory. Six of the examined beams had large web openings that intercept that natural force flow from the loading point to the supports. All beams were designed and detailed using the "strut-and-tie" model concept.

Comparing the analytical results to the experimental ones indicates that the behavior of such complicated structural element can be accurately captured using non-linear finite element analysis (program NLFEA90). The obtained cracking patterns and steel strains were consistent with the experimentally recorded results, and also with the assumed strut-and-tie models. However, the finite element analysis consistently over-estimated the failure load of all examined beams, with a maximum discrepancy of 65% in the case of beam R1. On the other hand, the strut-and-tie calculated capacities were consistently lower than the measured one, with a maximum discrepancy of 18.3%.



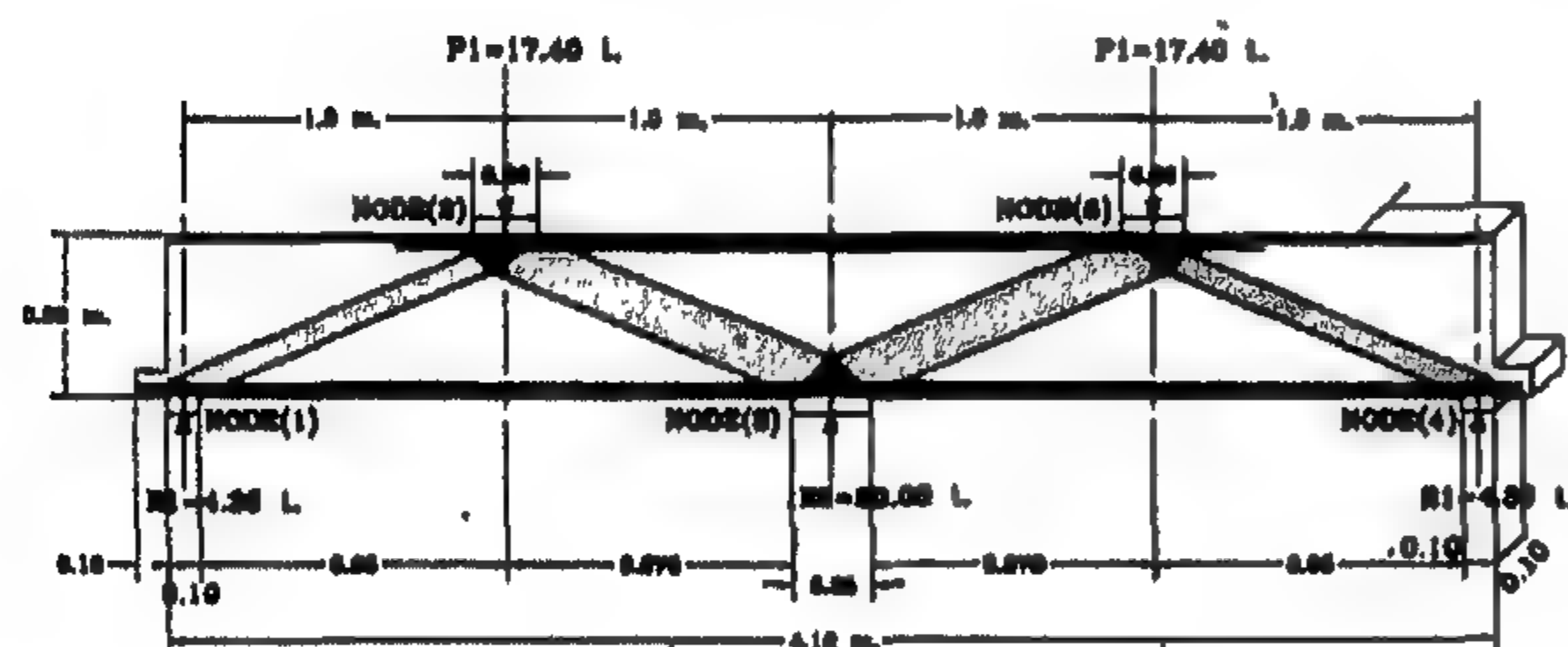
cracks direction. The steel strain distribution (Fig. 6.a) indicates that the bottom reinforcement yielded throughout the entire beam length, while the top reinforcement yielded between the loading points only. This was in agreement with the experimentally recorded strains, and the assumed truss model (Fig. 6.c). The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 28.8 tons, versus an experimentally measured value of 17.4 tons and a truss model design load of 14.37.



(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern



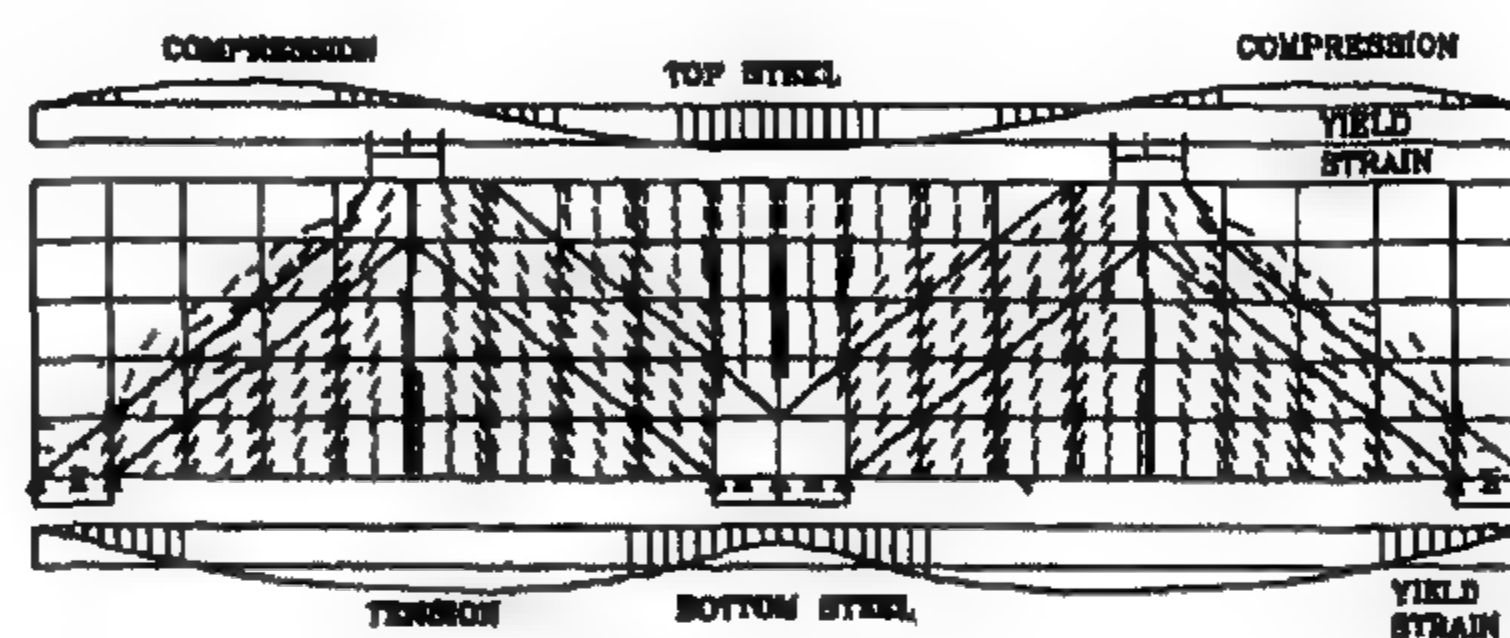
(c) Design truss model

Fig. 6 - Specimen R1 results [9].

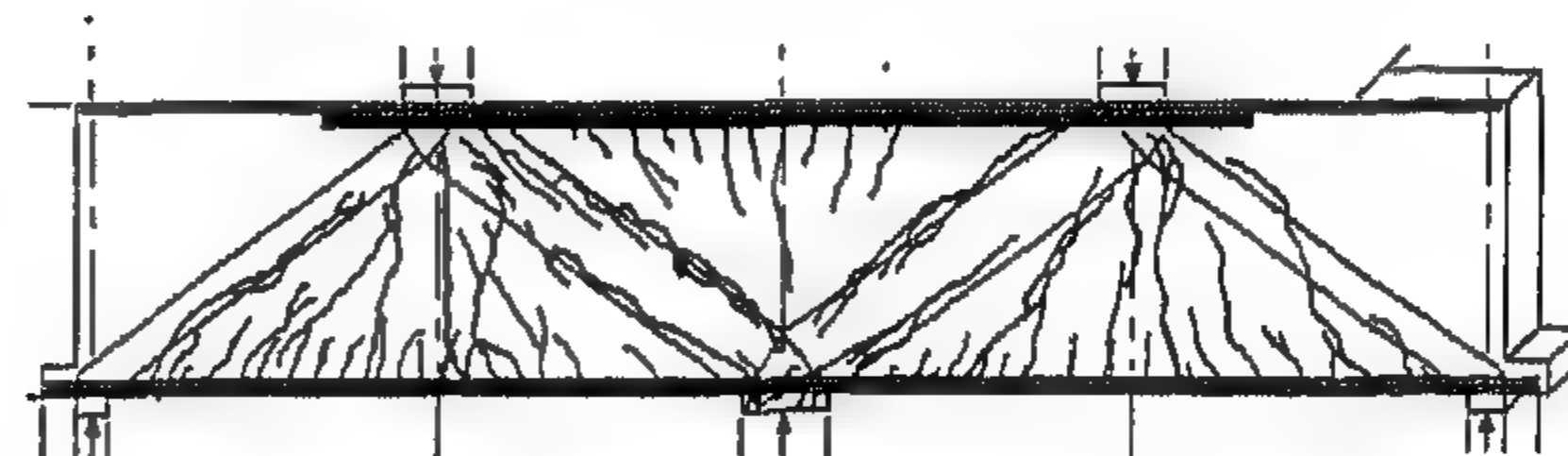
## 5.2. Specimen R2

This specimen was a solid web specimen with an  $L/d$  ratio of 2.5, and was considered as a reference specimen for specimens R3 and R4 with web openings. Figure 7.a shows the finite element cracking pattern, along with the top and bottom steel strains obtained at ultimate. The experimentally observed cracking pattern is also shown in Fig. 7.b. It can be seen from both figures that the finite element cracking pattern is in good agreement with the experimental one, except for the crack spacing which requires a much more refined mesh that exceeds the program capacity. Figure 6.a also indicates that both top and bottom reinforcement yielded at ultimate. It can be observed that the bottom reinforcement strain exceeded the yield strain almost

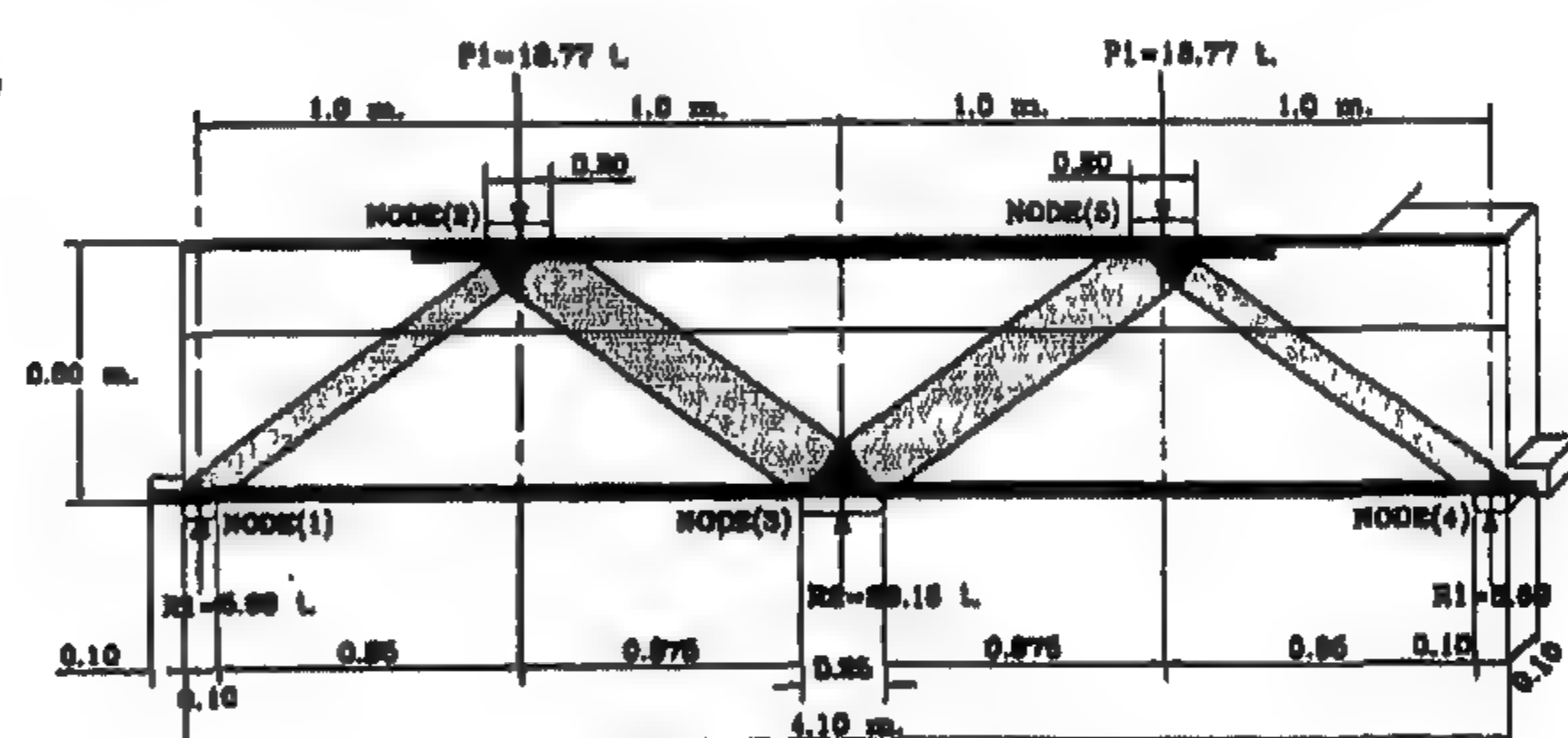
throughout the entire beam length, while the top reinforcement strain exceeded the yield strain only between the loading points. This result was consistent with experimentally measured strains [9], and the assumed truss model shown in Fig. 7.c. The numerically predicted ultimate capacity of the beam was 32.9 tons, versus an experimentally measured value of 27.0 tons and a truss model design load of 25.05.



(a) NLFEA90 cracking pattern and steel strains at ultimate



(b) Experimental ultimate cracking pattern



(c) Design truss model

Fig. 7 - Specimen R2 results [9].

## 5.3. Specimen R3

This specimen was identical to the previous one, but with a central web opening of 0.5(0.25 meters representing a prototype web opening of 2.0 x 1.0 meters. Figures 8.a, b, and c show the finite element cracking pattern, the experimentally observed cracking pattern, and the design truss model respectively. It can be seen from Fig. 6.c, that a tension tie above the openings was needed to turn the compression force around the opening space to the outside reaction points. The effect of this tension tie was captured by the finite element program, where the cracks were consistently parallel to the assumed struts, even for the highly disturbed region above the opening.

The numerically obtained steel strains are also shown in Fig. 8.a, where it can be seen that the top,



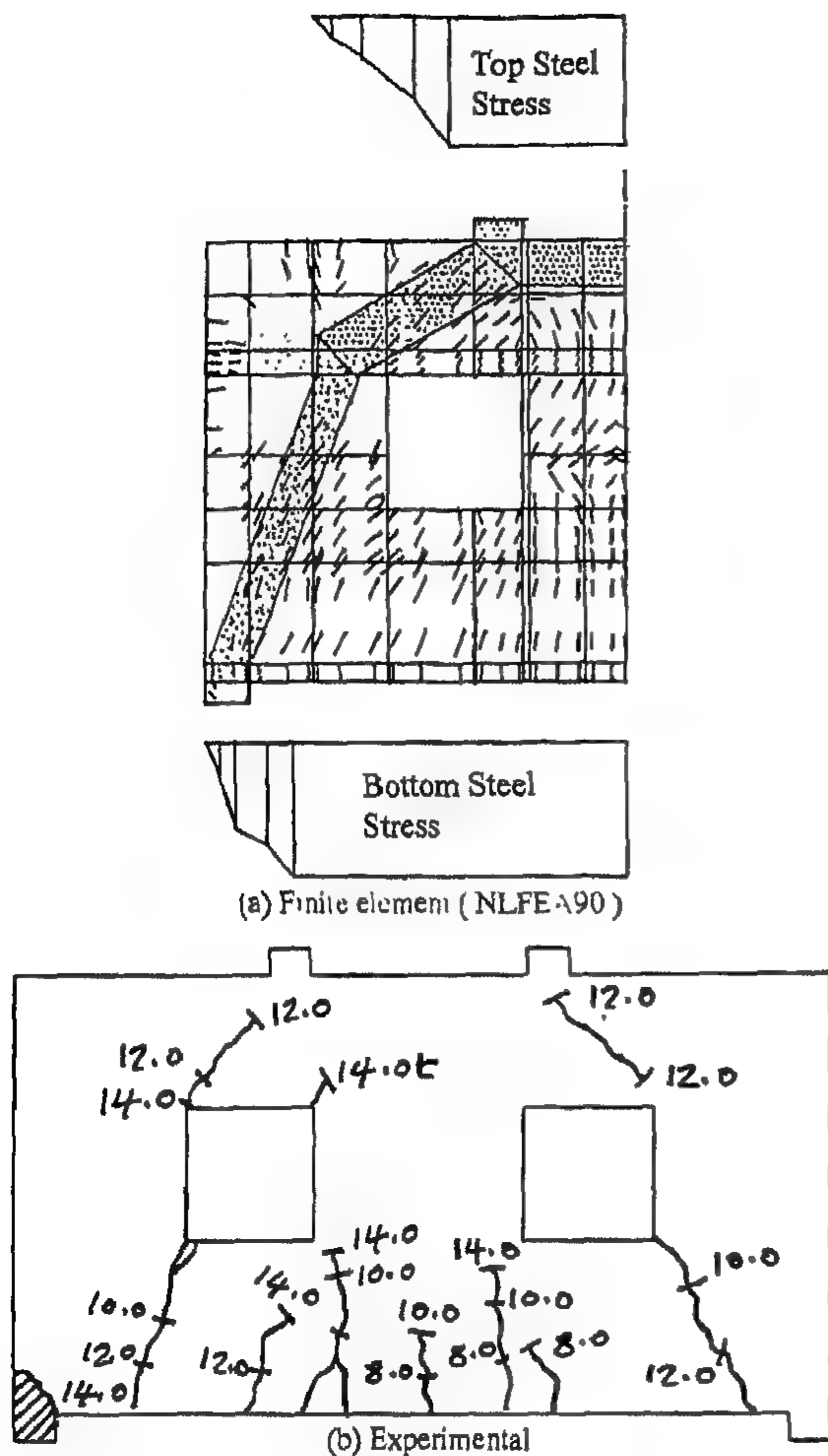


Fig. 4- Specimen T13 ultimate cracking pattern [8].

#### 4.4. Specimen CD3

This specimen was designed and detailed according to the Egyptian code ECC-89 [1]. The steel reinforcement that was supposed to go through the opening was concentrated on each side of it as the common practice dictates [8]. The NLFEA predicted ultimate capacity of this specimen was 18.0 ton versus a measured capacity of 14.0 tons.

### 5. CONTINUOUS DEEP BEAMS [9]

In this section, four one - fourth continuous deep beams previously tested to failure at Cairo University Concrete Research Laboratory are analyzed using program NLFEA90. Two of the four beams had solid webs (R1 & R2), while the other two beams contained large web openings that intercept the strut members connecting the loading points to the supports [9]. In this series of tests, in addition to the tension tie reinforcement, the compression struts were reinforced by compression steel and closed stirrups to enhance their efficiency and to prevent premature failure due to initial cracking [9]. The concrete dimensions and reinforcement layout of

beams R1, R2, R3, and R4 are given in Figs. 5.a, b, c, respectively.

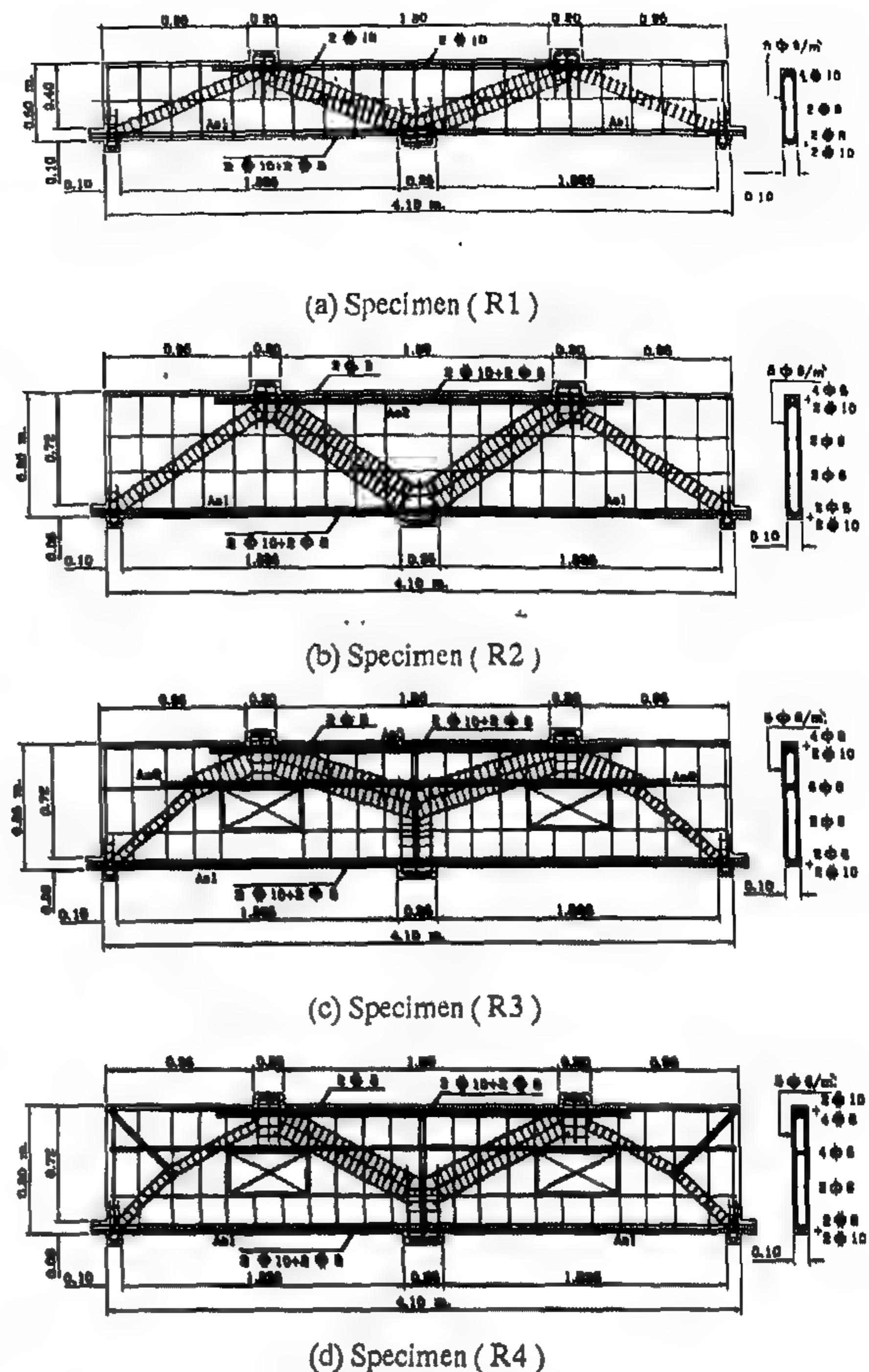


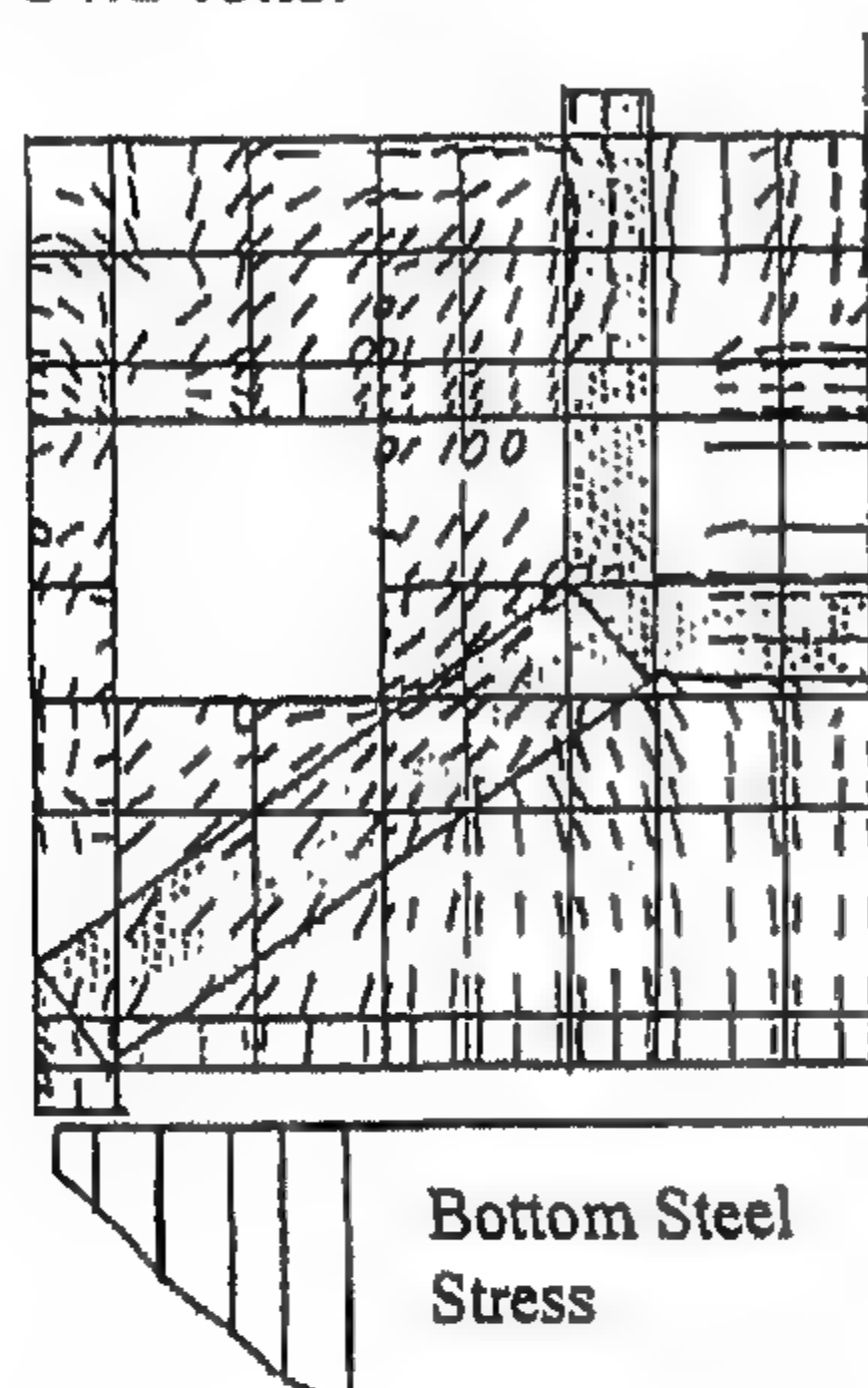
Fig. 5 - Dimensions and reinforcement of analyzed continuous beams.

#### 5.1. Specimen R1

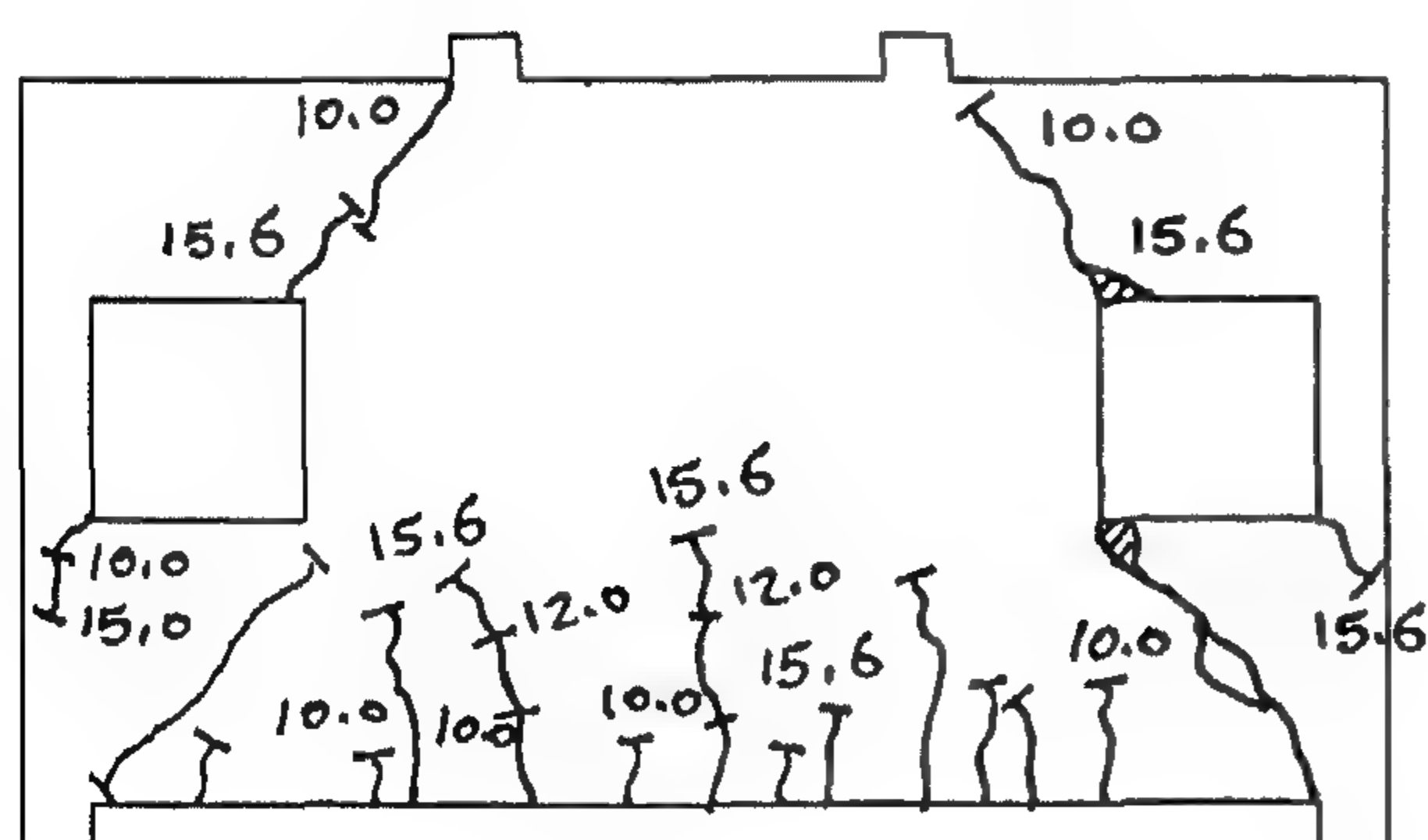
In addition to main reinforcement, this specimen had a minimum mesh reinforcement to control cracking and to maintain its integrity after cracking. The span/depth ratio  $L/d$  was equal to 4.0, versus a 2.5 continuous deep beam limit according to ACI-318-95 [2]. Eight node iso-parametric elements with an average aspect ratio of 2 were used to model the concrete elements, while bar (link) elements were used to model the steel reinforcement. To reduce the required number of elements, the steel elements were directly connected to the concrete elements, ignoring the bond-slip and the dowel action effects.

Figure 6.a shows the finite element cracking pattern, along with the top and bottom steel strains obtained at ultimate. The experimentally observed cracking pattern is also shown in Fig. 6.b. Comparison between the two cracking patterns indicates that the finite element analysis could accurately predict the

the exception of the crack spacing, the numerically obtained cracking pattern was close to the experimentally observed one. Furthermore, the numerical cracking pattern was consistent with the assumed strut-and-tie model (shown by the hatched areas in Fig. 2.a), where cracks were consistently parallel to the compression struts and perpendicular to the tension ties. The tension force in the bottom steel (tension tie) was constant over almost the entire length of the beam span (Fig. 2.a), which is consistent with the assumed truss action. The predicted ultimate capacity of this specimen was 22.5 tons versus an experimental value of 18.0 tons and a truss model design value of 14.1 tons.



(a) Finite element (NLFEA90)



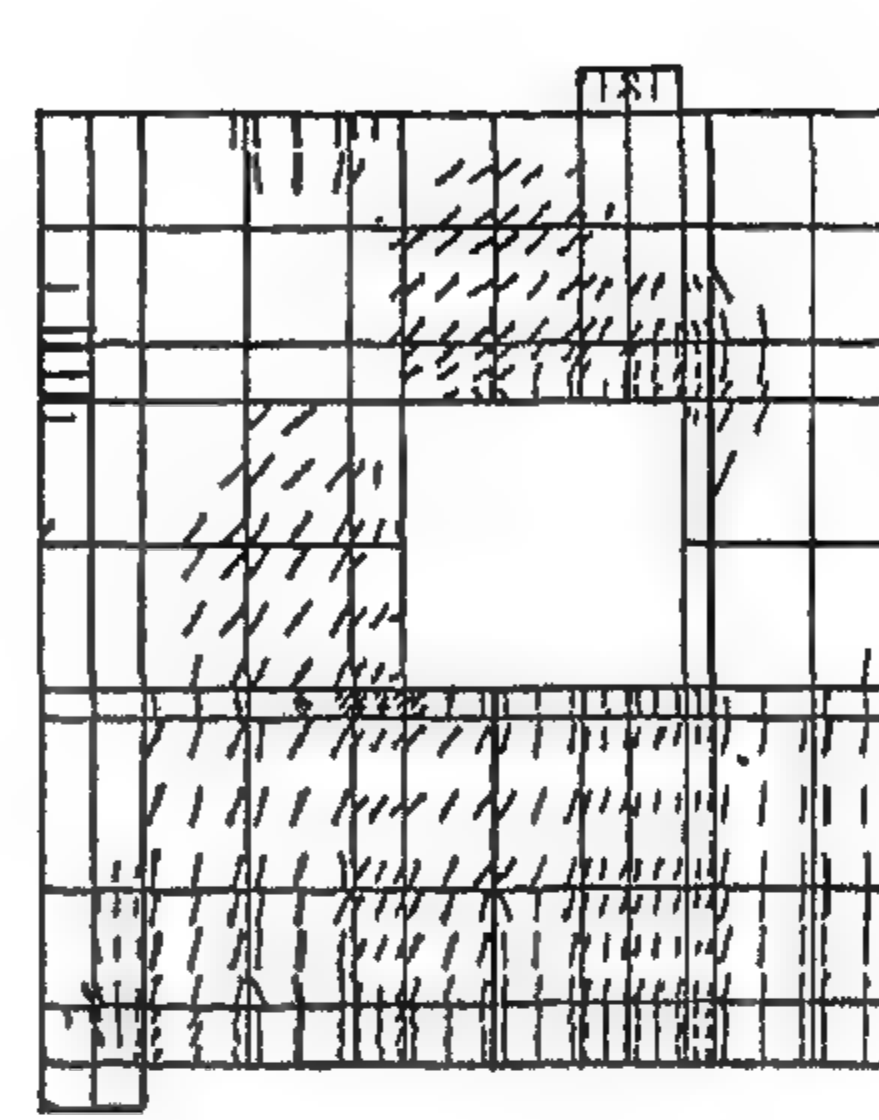
(b) Experimental

Fig. 2 - Specimen T12 cracking ultimate pattern [8].

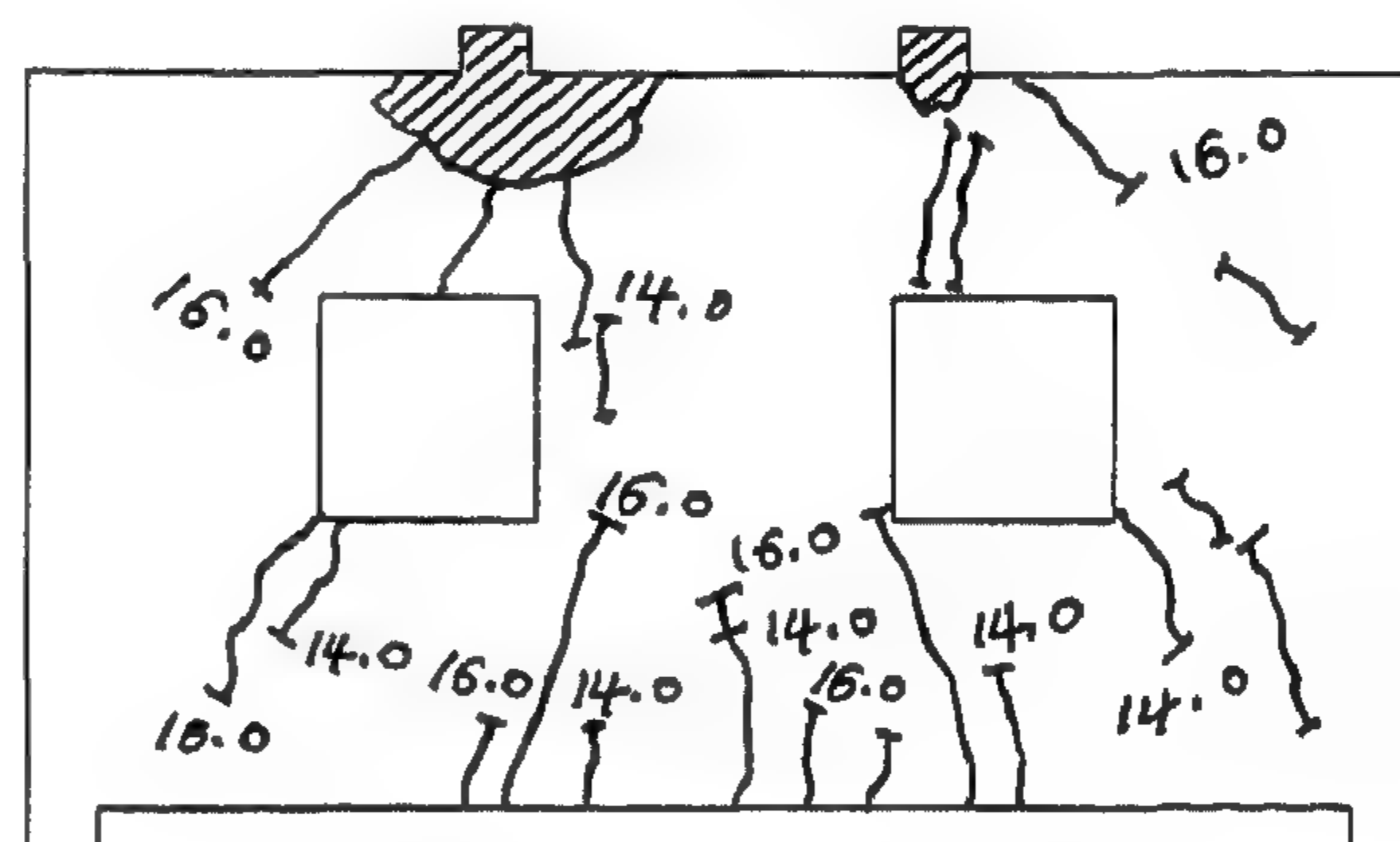
#### 4.2. Specimen T9

In this specimen, a diagonal tension tie was used to turn the compression force around the openings to the support points (Fig. 3.a). Details of the used truss model can be found in reference [8]. The calculated cracking pattern, along with the observed one at ultimate are shown in Figs. 3. a and b respectively.

It can be seen that the two patterns were in good agreement, and consistent with the assumed stress field. The measured ultimate capacity was 22.5 tons, which was accurately predicted by the finite elements analysis. The truss model design value was 20 tons.



(a) Finite element (NLFEA90)



(b) Experimental

Fig. 3 - Specimen T9 ultimate cracking pattern [8].

#### 4.3. Specimen T13

Specimen T13 had the same geometry as that of the previous specimen, except that a different truss model was assumed. A horizontal tension tie above the openings was utilized to turn the compressive force resultant around the opening instead of a diagonal one [8]. Figures 4.a and 4.b show the numerical and experimental cracking patterns at ultimate respectively, where a good agreement can be observed. The calculated tension force in the two ties, above the opening, and at the bottom of the beam indicates that they both yielded at ultimate (Fig. 3. a). This was again consistent with the experimentally recorded strains. The numerically calculated ultimate capacity of the specimen was 20.0 tons, versus an experimental value of 18.0 tons and a design value of 18.0 tons.



out in references 8, 9, and their comparison to both experimental and truss model results.

The main objectives of the analysis were; (a) to calibrate program (NLFEA90) using a highly non-linear problem by comparing its results to those obtained experimentally, (b) compare the results of one of the most sophisticated finite element programs (NLFEA90) to that of the hand-calculated strut-and-tie models, and (c) to examine the possibility of implementing non-linear finite element analysis as a preliminary design tool, especially for the cases where a clear force path is not obvious.

### 3. PROGRAM NLFEA90

The Non-Linear Finite Element Analysis program (NLFEA90) used in the current paper was developed at Cairo University for the analysis of reinforced and prestressed concrete members. The program uses an eight-node iso-parametric element for the simulation of concrete elements and link (truss) members for the steel elements. Steel and concrete elements are interconnected at the nodal points by spring elements representing bond-slip and dowel action. The program accounts for; (a) bi-axial failure surface of concrete, (b) non-linear stress-strain curve of steel (not including strain-hardening), (c) concrete cracking, and (d) bond-slip and dowel action of the reinforcing bars. Detailed information regarding program NLFEA90, including material models, failure criteria, and rate of convergence, can be found in reference [10].

### 4. SIMPLY SUPPORTED DEEP BEAMS [8]

Four one-fourth scale simply supported deep beams with different web openings were tested at Cairo University Concrete Research Laboratory. Each beam was designed and detailed using equilibrium truss model approach, where a certain truss model was assumed and the required steel reinforcement was evaluated and placed accordingly [8]. The general layout and reinforcement details of beams T12, T9, T13, and CD3 are shown in figures 1.a, b, c, and d respectively, where it can be seen that the main variable in this series of tests was the opening location. The opening locations were intentionally selected as to intercept the natural force flow from the loading points to the end supports, thus forcing the compression field to turn around the opening according to the design (or a certain) truss model.

#### 4.1. Specimen T12

Figures 2.a and 2.b represent the finite element and the experimentally observed ultimate cracking patterns for specimen T12 respectively. It can be seen that, with

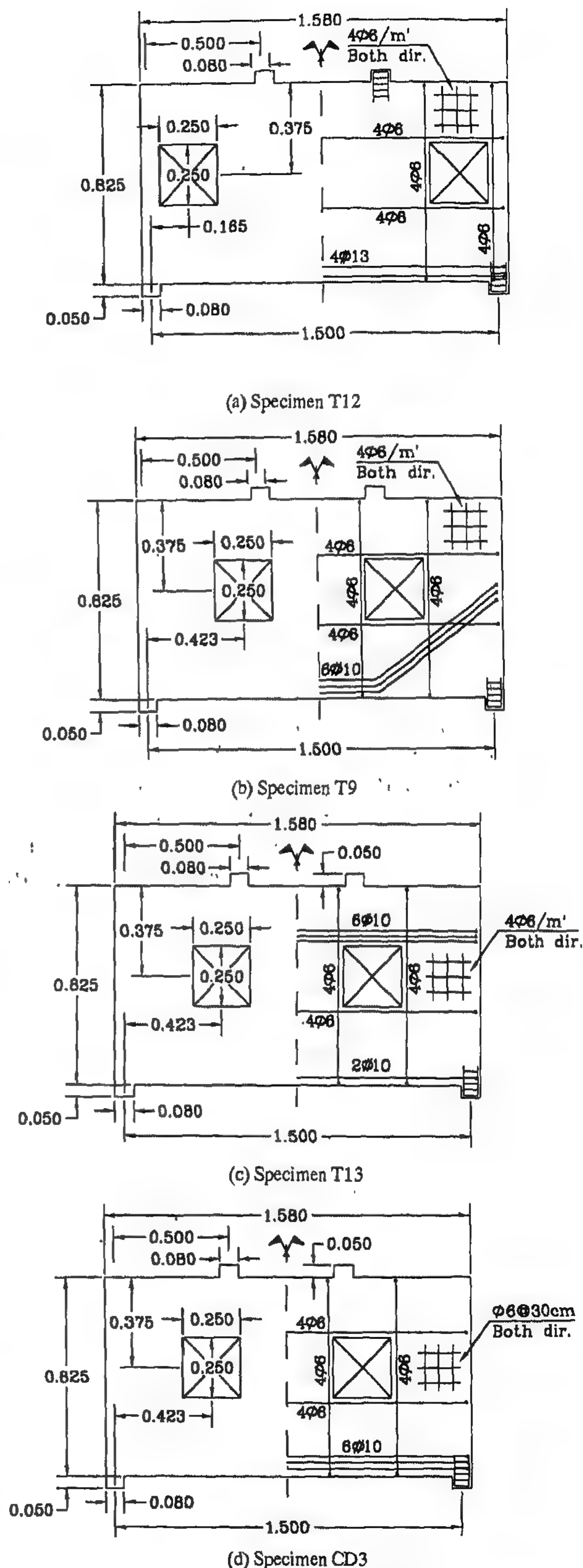


Fig. 1 - Dimension and reinforcement of analyzed simply supported beams [8].

# NON-LINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE DEEP BEAMS WITH WEB OPENINGS

By

Wael A. Zaatar<sup>1</sup>, Mohamed A. Ali<sup>2</sup>, and Adel G. EL-Attar<sup>3</sup>

## 1. ABSTRACT

The non-linear finite element program NLFEA90 is used to analyze 4 simply supported deep beams and 4 continuous deep beams with web openings. The analyzed beams were previously tested at Cairo University Concrete Research Laboratory as a part of a comprehensive research effort on the application of equilibrium truss (strut-and-tie) models to the design of reinforced concrete deep beams with and without web openings. The used program, which was developed at Cairo University, takes into account the material non-linearity of both concrete and steel, bond slip behavior, concrete cracking, tension stiffening of concrete, and concrete crushing.

Comparison with experimental results indicated that the program could predict, with sufficient accuracy, both the ultimate stress field and cracking pattern, but consistently over-estimated the ultimate beam capacity. The discrepancy was attributed to the limited number of elements allowed by the program that could not capture the highly disturbed stress fields, especially at the regions of stress concentration such as the opening corners, and end anchorage.

Comparing the finite element ultimate capacities to those calculated using strut-and-tie models showed that a safe (lower bound) estimate of the beam capacity can always be obtained using the strut-and-tie models. It was concluded that this category of programs can efficiently be used to explore the ultimate stress distribution and to provide a basis for realistic strut-and-tie models, especially for the complicated cases where simple models are not obvious. It was also recommended not to rely on complicated finite element analysis, unless a sufficient number of elements can facilitate a refined finite element modelling

## 2. INTRODUCTION

Reinforced concrete deep beams are common structural elements that are usually found as transfer girders in tall buildings, walls of rectangular tanks, and bridge cross diaphragms. According to the ACI-318-95 code [2], deep beams are defined as beams with span/depth ratio ( $l_n/h$ ) less or equal to 5 for simply supported beams and 2.5 for continuous beams. In both cases, if the shear span of the beam ( $a$ ) is less or equal to twice its depth, it can also be treated as a deep beam [2].

According to available codes, the design of reinforced concrete deep beams is carried out by; (a) determining the beam breadth to satisfy some shear and stability criteria, (b) calculating the required flexural reinforcement using semi-empirical formulas for the tension/compression lever arm, and (c) calculating the vertical and horizontal web reinforcement using some empirical formulas [1,2,3]. This design methodology, although based on strong experimental evidence, does not provide the designer with any guidelines when the

beam contains large web openings, a case that is usually found when service ducts, piping openings, and access holes are required. In such situations, the designer has to rely on some "past experience" or "good practice" approaches, which in many cases may lead to unsafe designs [4]. A rational design approach is indeed needed to address these critical structural elements [4,5,6,7].

The application of plastic models, manifested in the so called "Truss" or "Strut-and-Tie" models, to reinforced concrete deep beams with large web openings has been the subject of a comprehensive research effort at the Concrete Research Laboratory of Cairo University [8,9]. Experimental results of both simply supported and continuous "truss model designed" deep beams were compared to those of the assumed trusses (stress fields), and to that of non-linear finite element analysis [8,9]. The current paper introduces the results of the non-linear finite element analysis carried

1. Graduate student, Civil Engineering Dept. Saitama University, Saitama, Japan.

2. Graduate student, Civil and Environmental Engineering Dept., Cornell University, U.S.A.

3. Assistant Professor, Structural Engineering Dept., Cairo University, Giza, Egypt.



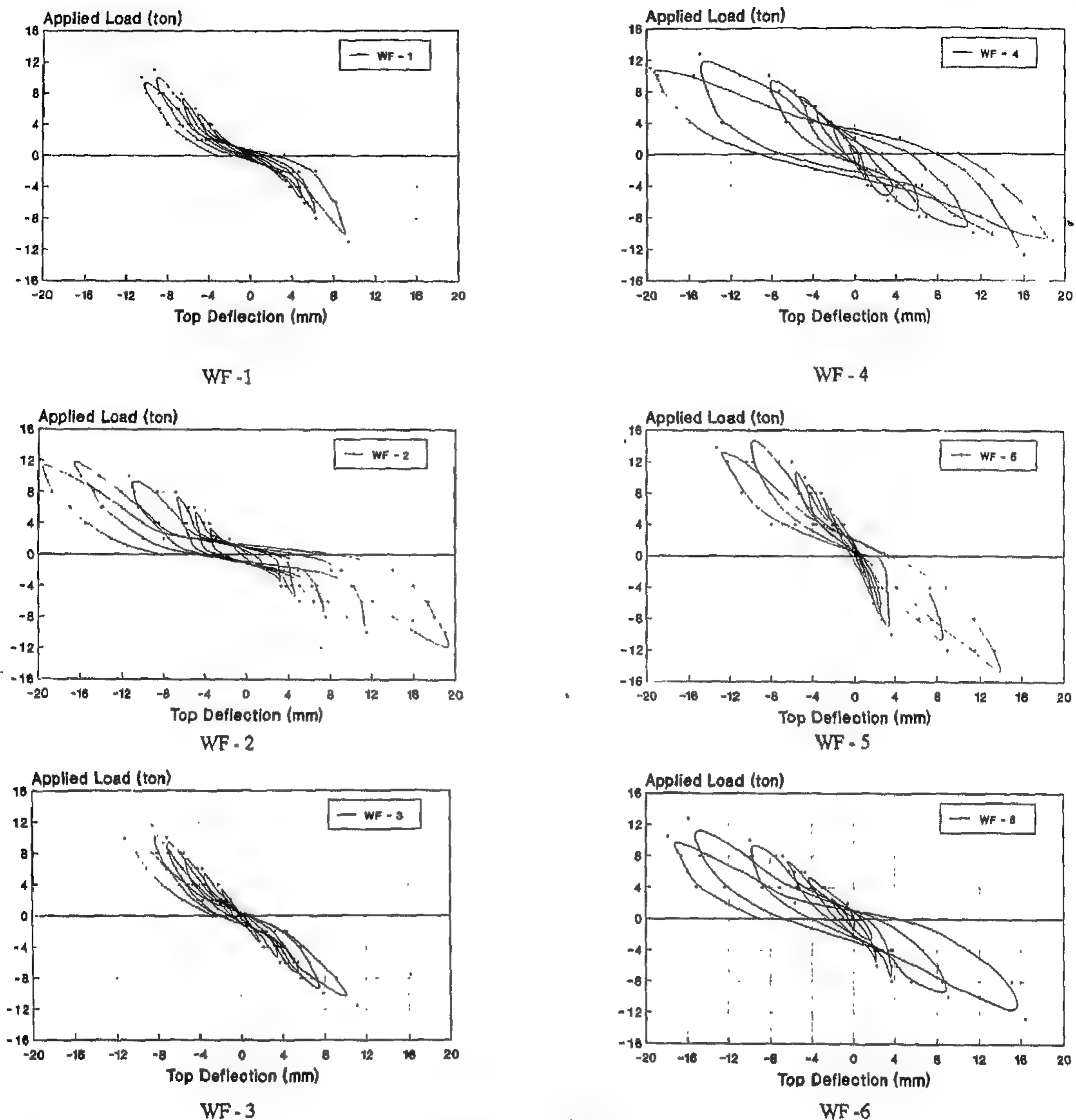


Fig. 6 - Load displacement hysteresis for the walls

## REFERENCES

1. American Concrete Institute "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary", ACI318-95/318R-95, 1995.
2. Barda F. "Shear Strength of Low-Rise Walls with Boundary Elements", Ph.D. Dissertation, Lehigh University, 1972.
3. Hsu T.T.C. and Mau S.T. "Softening of Concrete Low-Rise Shear Walls", *ACI Struct. Jour.* 82(6), 1985, 883-889.
4. Mau S.T. and Hsu T.T.C. "Shear Design and Analysis of Low-Rise Structural Walls", *ACI Struct. Jour.* 83(2), 1986, 306-315.
5. Mo Y.L. "Analysis and Design of Low-Rise Structural Walls Under Dynamically Applied Shear Forces", *ACI Struct. Jour.* 85(2), 1988, 180-189.
6. Paulay T. and Priestley M.J.N. "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings", 1991, 744 pp.
7. Paulay T., Priestley M.J.N. and Synge A.J. "Ductility in Earthquake Resisting Squat Shear Walls", *ACI Struct. Jour.* 79(4), 1982, 257-269.

In general, the stiffness during positive loading was about the same or higher than that during negative loading. This indicates that cracking resulting from positive loading did not necessarily weaken the wall during negative loading. The improvement response of wall WF-4, where diagonal reinforcement was provided, is observed from the large area enclosed by the loops which indicate the improved energy dissipation properties of the wall. From both table(2) and fig.(6) it can be seen that the diagonally reinforced wall(WF-4) dissipated energy of about one and half to four times the energy of walls without diagonal reinforcement (WF-1, WF-2 and WF-3). This reflects the beneficial effect of having diagonal reinforcement crossing the open base cracks. It was observed also that the diagonal bars reduced sliding shear displacement. In addition, the increase of the edge column width(WF-6) increased the energy by about 10% more than that when increasing the vertical reinforcement(WF-2).

Table 2- Strength properties of test specimens

Specimen No.	$V_{cr}$ (ton)	$V_u$ (ton)	$V_u / V_{TH}$	$\delta / H$ %	$E_w / E_l$
WF - 1	4.0	11.00	1.128	1.32	1.00
WF - 2	6.0	12.75	1.083	2.50	3.60
WF - 3	4.5	11.5	1.171	1.40	1.36
WF - 4	6.0	12.75	1.056	2.46	4.88
WF - 5	8.0	16.00	1.048	2.43	2.63
WF - 6	6.5	12.75	0.918	2.23	3.95

### Strains in Flexural Reinforcement

Measurements indicated that the strain distribution in vertical bars at base was reasonably linear at low load levels. The strains were largest in the bars closest to the applied load. At intermediate levels, the strains were fairly uniform along the length of the wall while at higher levels, the strains in the bars closest to the applied load were higher than those farthest from it. The results of tests indicated that the different amounts of vertical reinforcement significantly affect the behavior of low rise shear walls. Strains in the horizontal reinforcement were higher in bars closest to the applied load than those farthest from the load. It was noticed that in general the strains in the horizontal

reinforcement were lower than the strains in the vertical bars. This indicates that the horizontal reinforcement is not as effective as the vertical reinforcement. As the ratio of vertical steel increased, the strains in the vertical bars were about the same as that in the horizontal bars.

As the H/L ratio decreased the strains in the horizontal reinforcement were very small which indicates that these bars are not effective in contributing to the shear strength. However, the efficient contribution of the diagonal bars was verified by strain measurement. It was found that tensile and compression yielding developed up to the wall mid height and at the wall base, respectively.

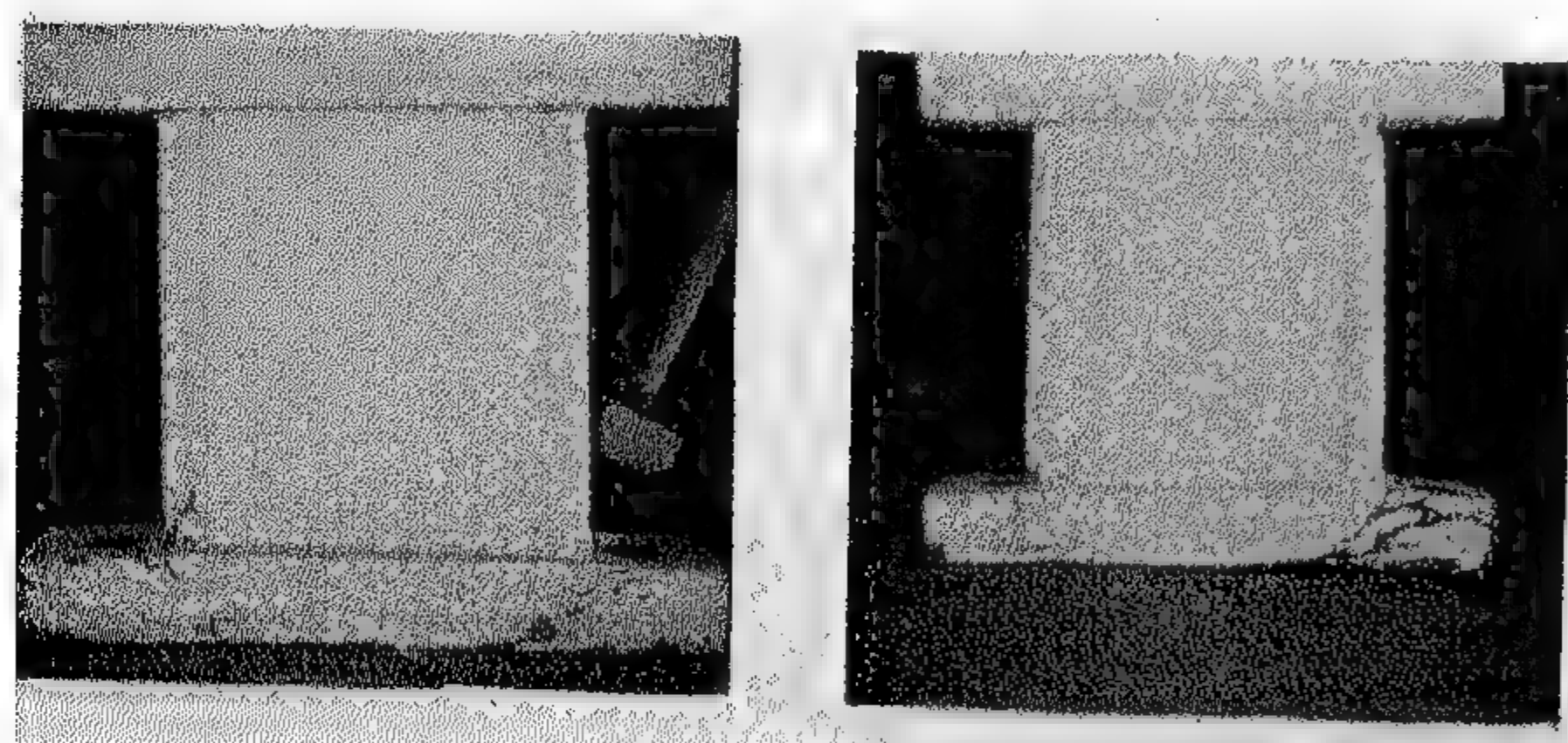
### CONCLUSION

Test results on six specimens representing reinforced concrete low-rise shear walls with boundary elements subjected to a lateral reversed cyclic load are presented. Within the scope of this investigation, the following conclusions can be drawn:

1. The presence of boundary columns at wall edges helped in producing a ductile response for the walls with H/L less than 1.0. In addition, the increase of the edge column width increased the energy by about 10% more than that when increasing the vertical reinforcement.
2. The variation of vertical reinforcement significantly affects the response of low rise shear walls, while the horizontal reinforcement does not improve the hysteretic response. However, it was apparently very effective in maintaining an even crack distribution and in controlling the width of the cracks.
3. Improved response was observed in walls having crossed diagonal reinforcement in two directions with area of about 23% of the horizontal steel in each direction. Significant energy dissipation was noticed for walls with diagonal reinforcement.
4. Finally, the test program studied only a very limited range of variables and therefore, additional extensive work is needed to achieve a single consistent and simple approach in the design and analysis of such important structural members.

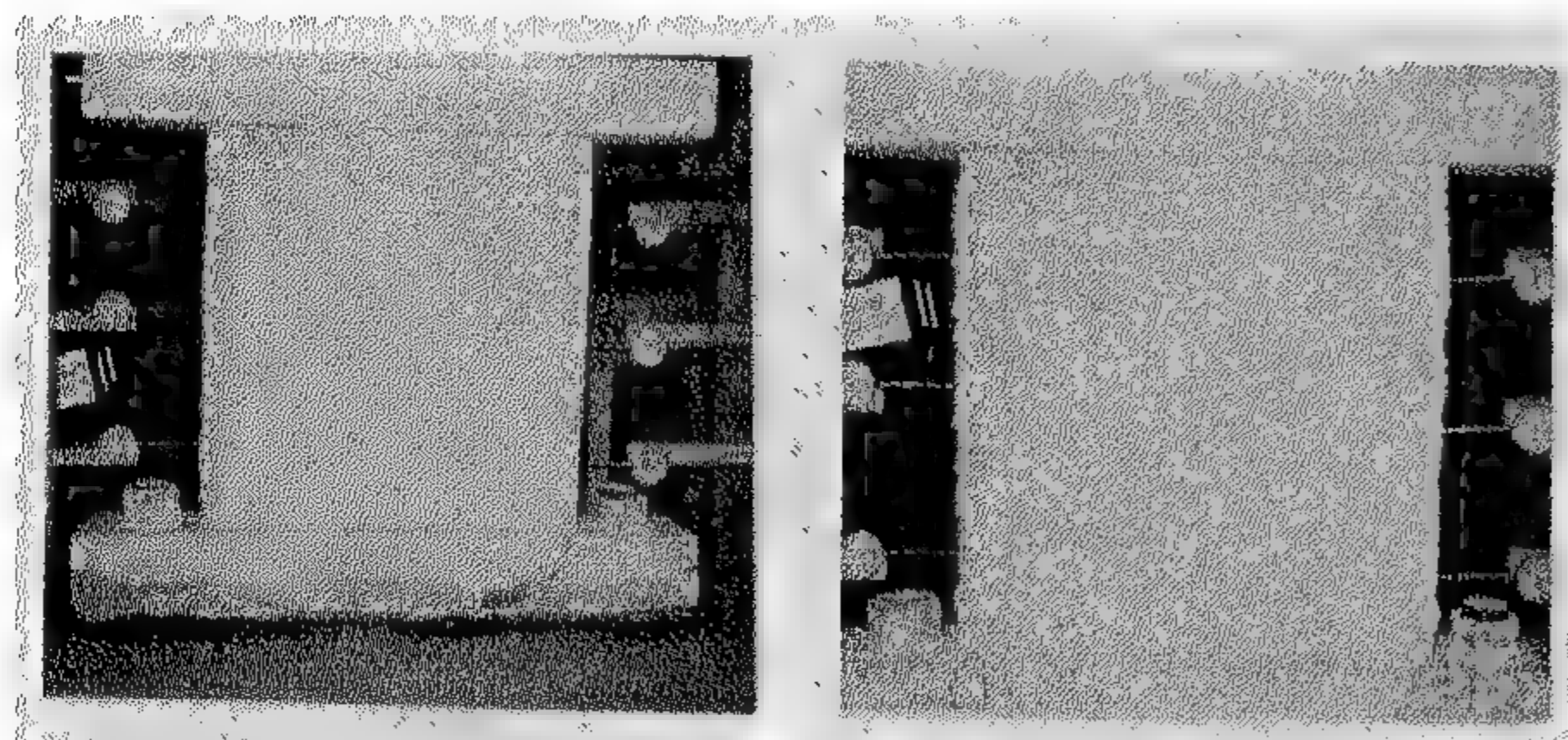


directions with inclination of about 40 degrees. At ultimate load, horizontal cracking in the left part of the web spread toward the right. There was no distress observed at the junction of the web and the top beam. The lower corners of the web near the boundary columns were not badly damaged. For WF-2, a distress at the junction of the bottom base with the wall was observed. The distress was characterized by the development of short inclined cracks at the web of the wall near the edge columns, while the remainder of the wall was virtually uncracked. Subsequently, inclined cracking extended into the base of the wall in the side of the applied load.



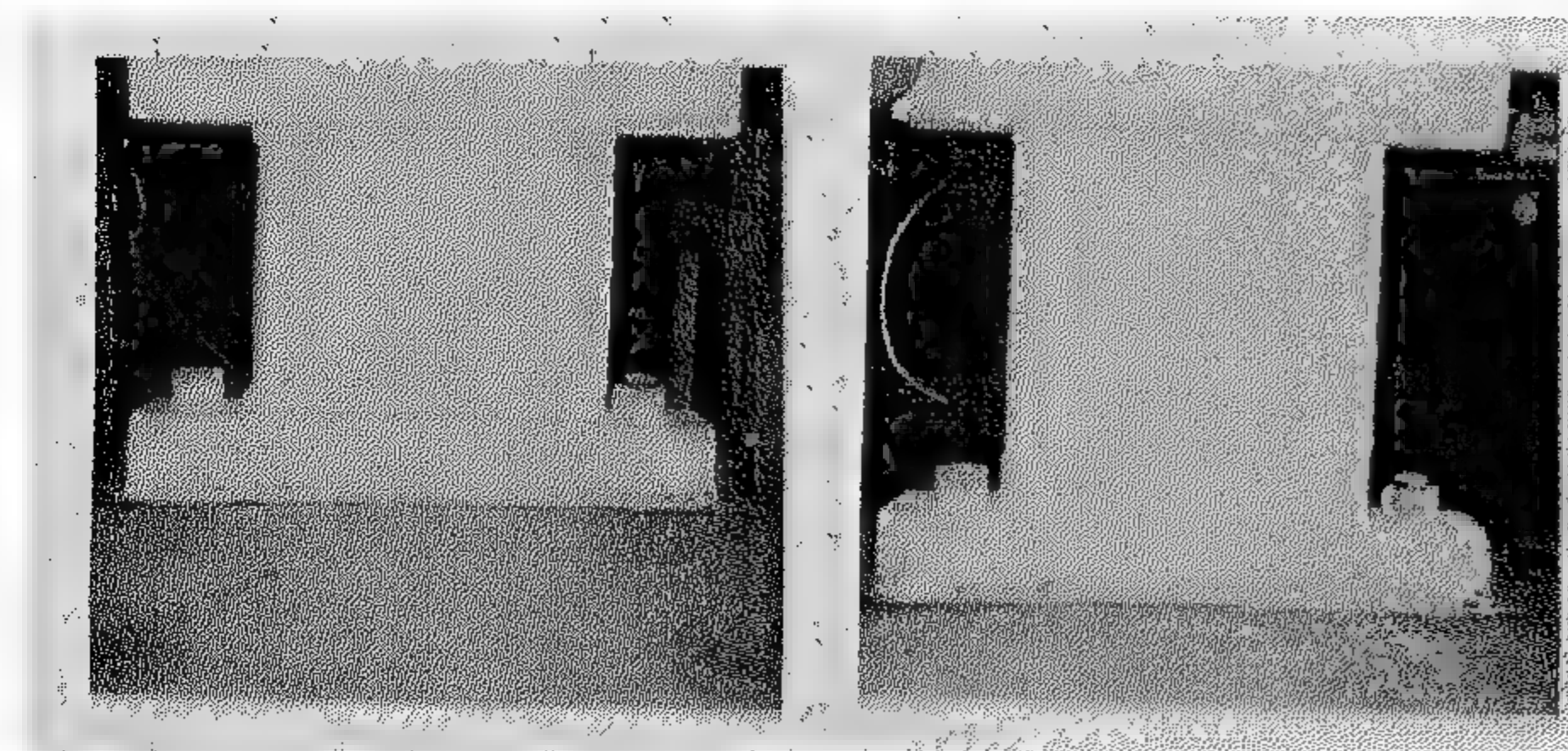
WF-1

WF-2



WF-3

WF-4



WF-5

WF-6

Fig. 4 - Crack pattern of the tested walls

During the test of wall WF-3, horizontal reinforcement was apparently very effective in maintaining an even crack distribution and in controlling the width of the cracks. Much improved response was observed in wall WF-4 which has diagonal reinforcement. A small base crack occurred at the tension end of the wall. Two small shear cracks formed in the tension toe region and a shear crack along the diagonal reinforcing had formed. Similar behavior was observed when loading in the opposite direction. Near the column edges, the base cracks were not as wide, as the diagonal reinforcement tended to spread the flexural cracking. However, for wall WF-5 which has the smallest H/L ratio, shear cracking occurred in the center portion of the wall web. It consisted of one long crack extending from the top beam to the base at an angle of 37 degrees. A number of tension cracks were also observed in the bottom base. The crack widths for this specimen were larger than those for the other specimens. This is due to the larger applied moment. Specimen WF-6 which has a greater width for the edge column, exhibited the same behavior as that for wall WF-1.

#### Load Deflection Hysteresis

The response of test walls to the impoload cycles is best described by the load deflection relationship. Figures (5, 6) show the envelope of the load deflection hysteresis loops and the individual loops for all tested walls. All walls exhibited considerable ductility and experienced a reduction in both the shear strength and the stiffness. The value of the top deflection to the wall height ( $\delta / h$ ) is listed in table(2). This value ranged from 0.0132 for WF-1 to 0.025 for WF-2. The values indicated the ineffectiveness of the horizontal reinforcement on the wall response. Also, the presence of edge column and concentration of vertical steel at wall edges helped in producing a ductile response for the shortest wall WF-5.

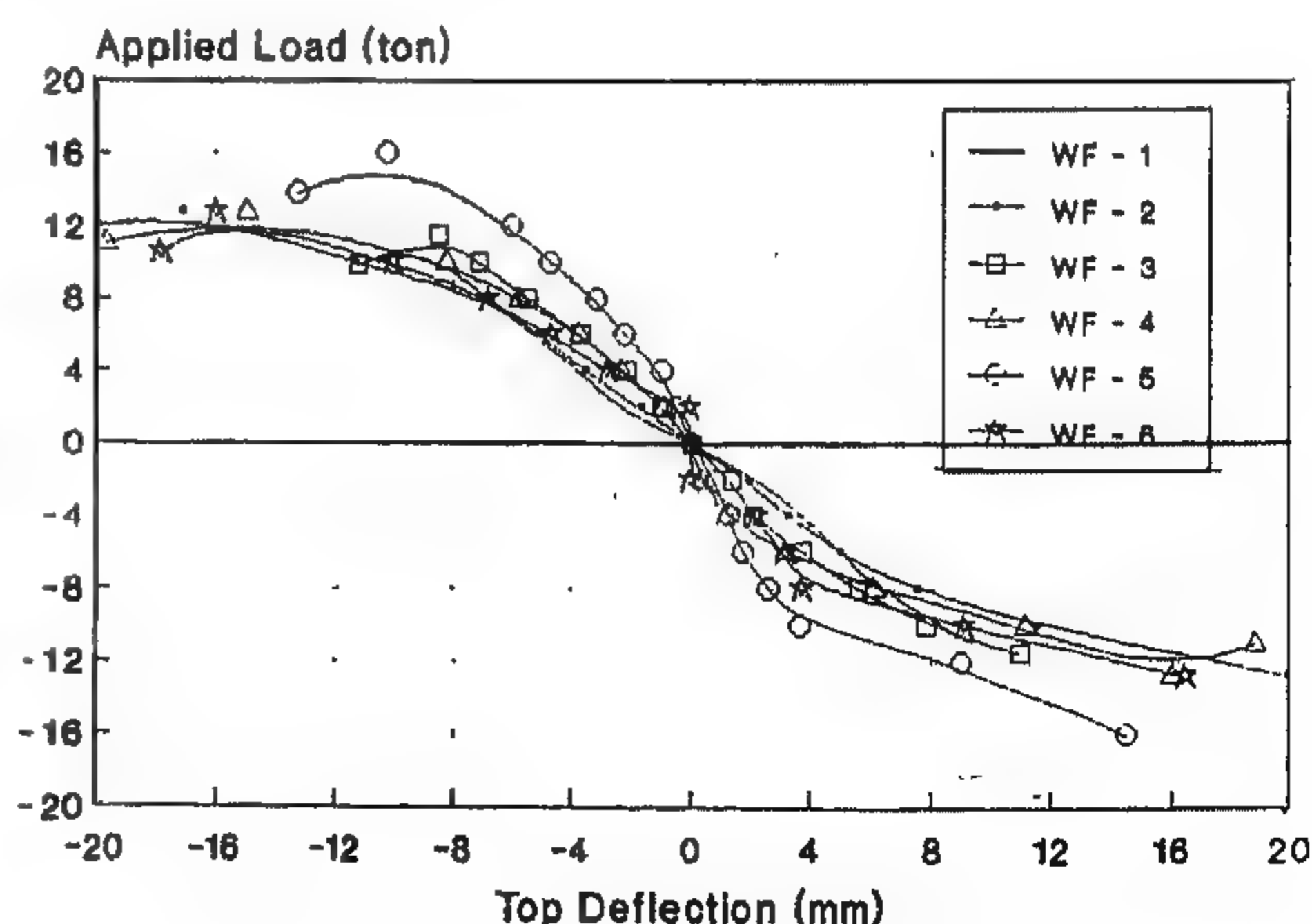


Fig. 5 - Load displacement envelopes for the walls



yield stresses of the used  $\phi 6$  bars and all other bars were  $3795 \text{ kg/cm}^2$  and  $2991 \text{ kg/cm}^2$ , respectively. The flexural reinforcement of the wall was bent into the top beam and in the base in order to provide adequate anchorage

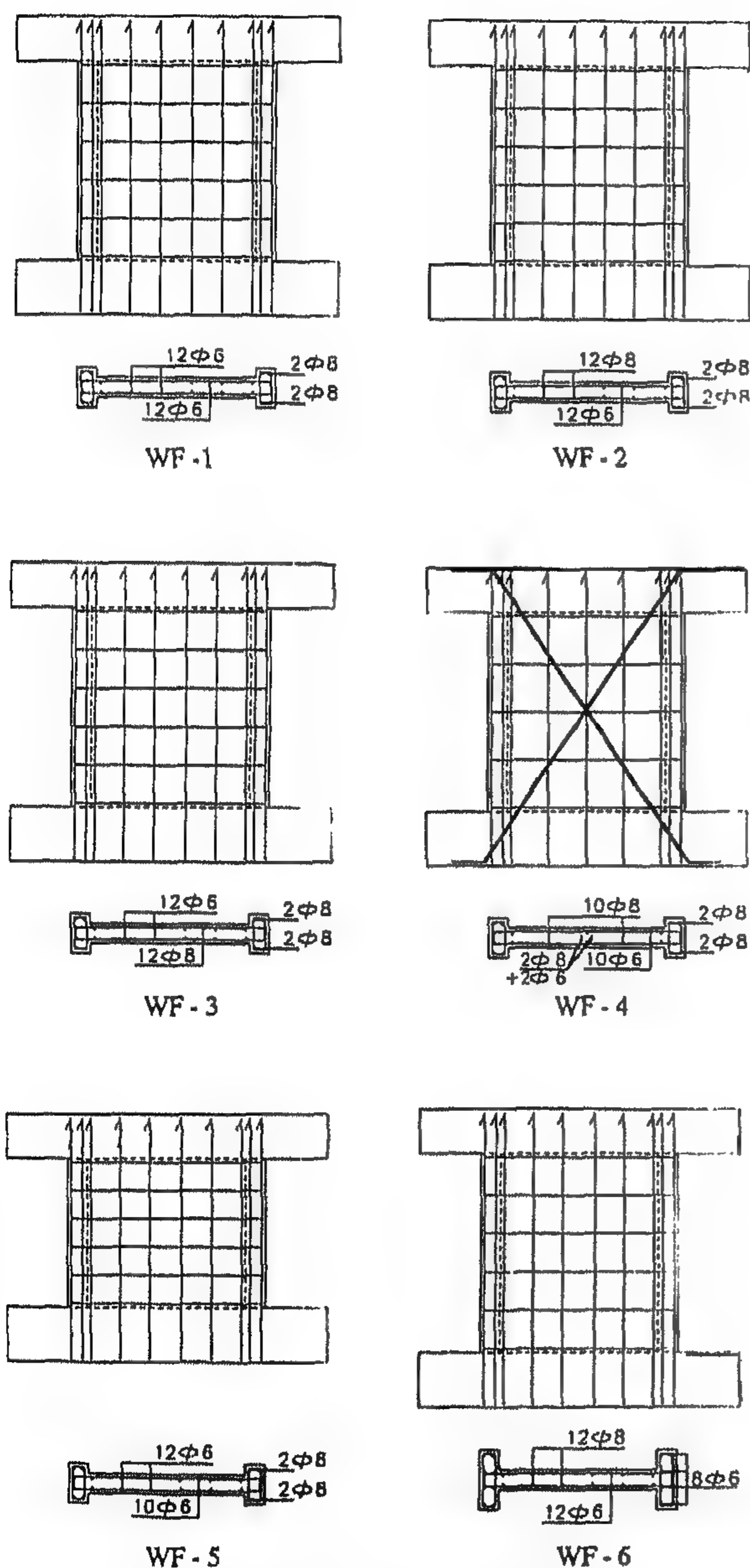


Fig. 1 - Reinforcement details of the tested walls

In preparation for testing, the specimens were painted with a white undercoat to make cracks more visible during testing. Also, a cement and sand grout pad of about 1.5 cm thick was used to level the specimens on the laboratory floor. A photograph of the arrangement of test equipment is shown in fig.(2). Loading was applied to the top beam by means of two

alternatively 30 ton hydraulic jacks to the right and to the left of the wall and it was controlled by a load cell of 30 ton capacity placed between the jack and the side of the wall top beam. The loading was applied incrementally with a constant rate as can be seen in fig.(3). After each increment, the load was kept constant to allow the wall stabilize, then strains, deflections and crack pattern were recorded. Strain measurements were recorded by electrical gauges placed on selected reinforcing steel bars. The horizontal deflection of the wall was measured by two sets of dial gauges with accuracy of 0.01 mm positioned at locations shown in fig.(2). Also, additional three dial gauges were used; one positioned at the top beam and the other two at the base of the wall to measure the base sliding.

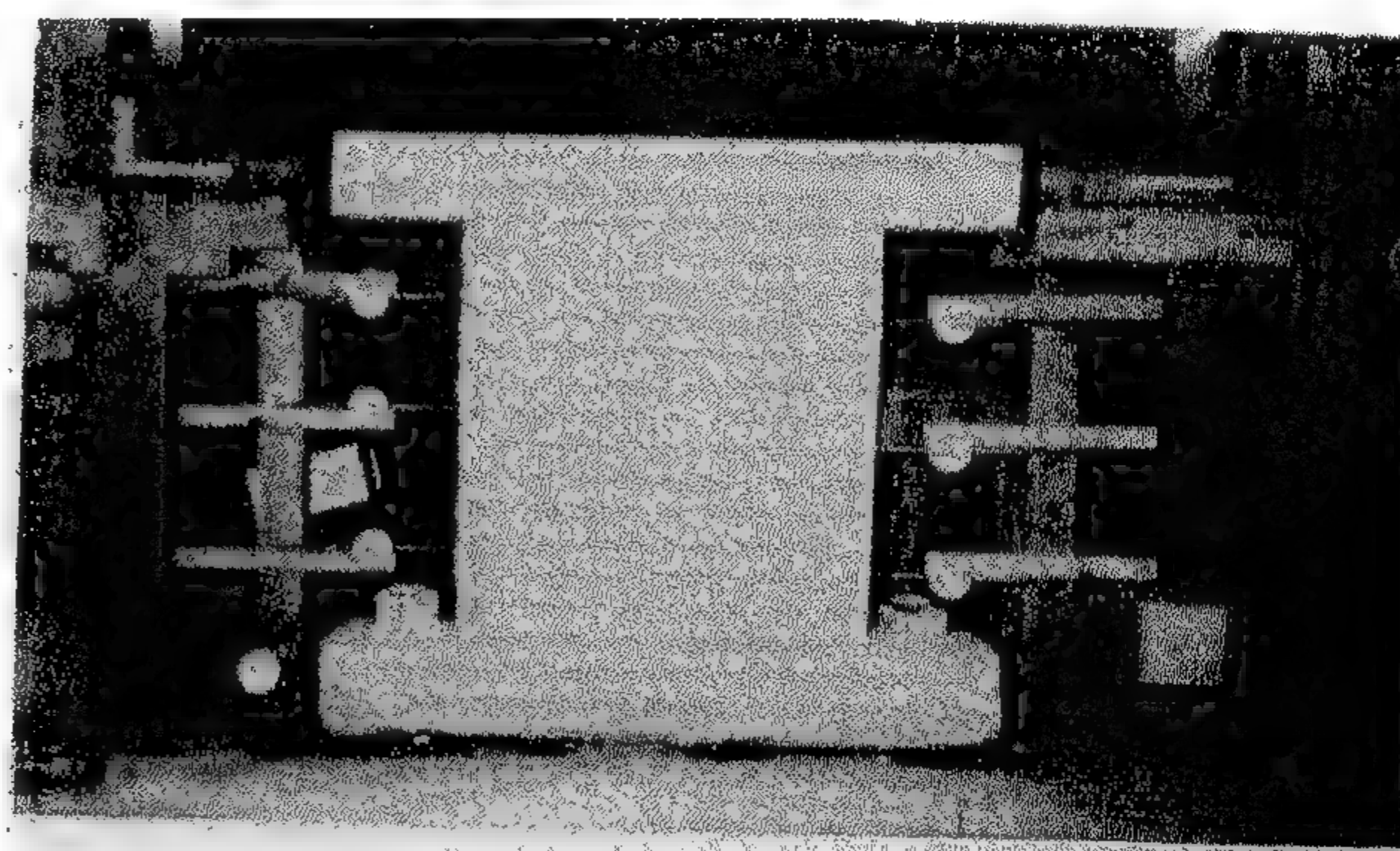


Fig. 2 - Test specimen and loading setup

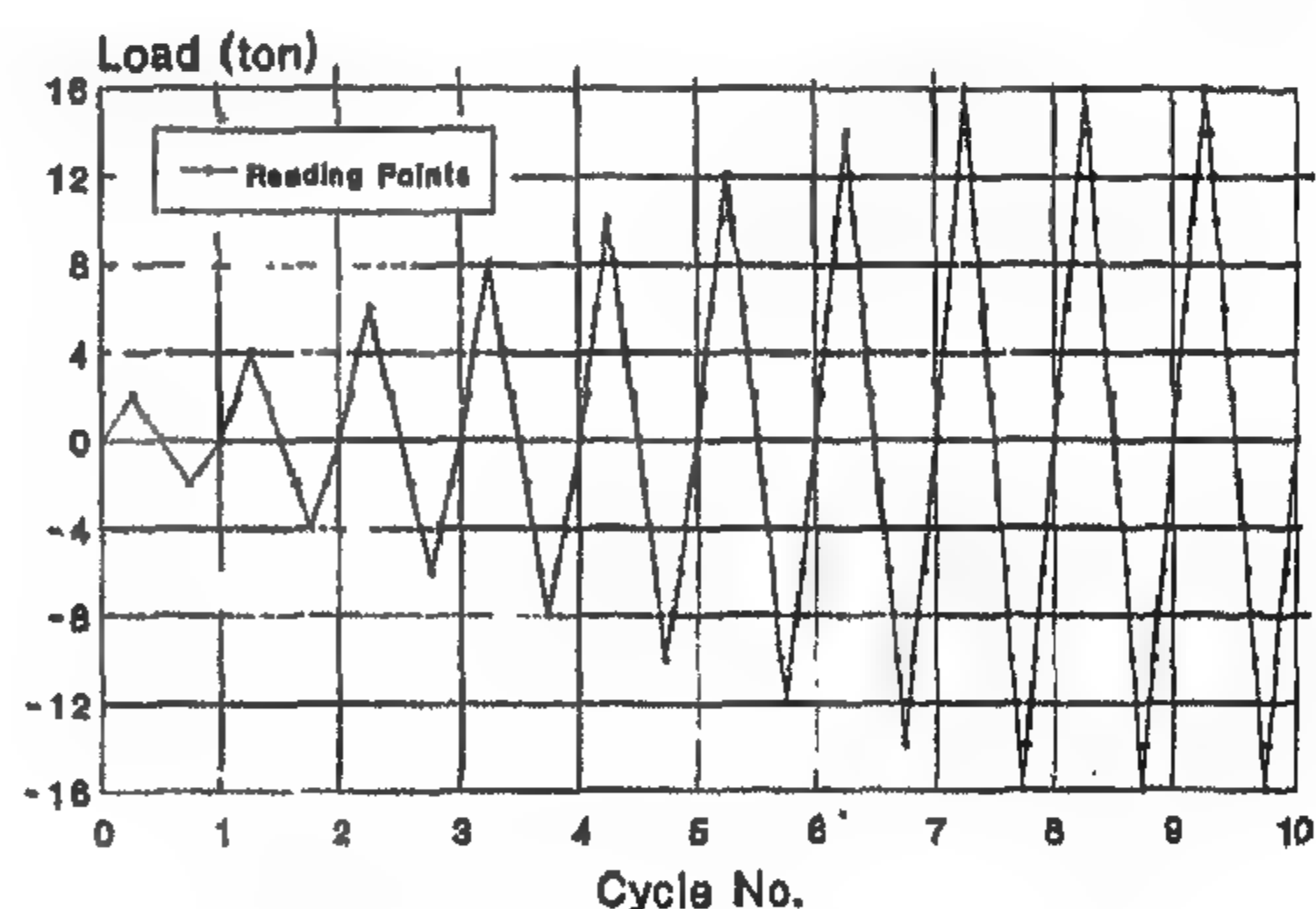


Fig. 3 - Loading sequence for walls

## DISCUSSION OF TEST RESULTS

### Crack Pattern and Ultimate Capacity

Table(2) lists the cracking load and the ultimate capacity of the different walls. Also, the ratio of the experimental maximum shear force to the theoretical one calculated based on the ultimate strength design method[1]. Figure (4) shows the crack pattern for the different walls. First, a short diagonal crack occurred near the lower corner of the wall web on the applied load side. As the load increased, additional diagonal cracks had occurred over the entire wall in both



## CYCLIC BEHAVIOR OF R. C. LOW-RISE SHEAR WALLS WITH BOUNDARY ELEMENTS

By  
Akram M. Torkey\*

### ABSTRACT

Reinforced concrete walls are frequently used to provide lateral stiffness for buildings and to keep lateral drift within reasonable limits by resisting horizontal forces in the plan of wall. Such walls are used in a variety of buildings and can be divided into two groups: (1) The high-rise shear walls and (2) The low-rise shear walls. An experimental investigation is carried out on six specimens representing reinforced concrete low-rise shear walls with boundary elements. The walls are subjected to a lateral reversed cyclic load. Detailed results of these tests are reported and discussed in this paper.

### INTRODUCTION

Cantilever shear walls have an important role in the design of earthquake resistant structures. In the event of severe earthquake, however, it is necessary for the shear wall to perform in a ductile manner, to ensure survival of the structure[6]. In contrast, squat shear walls with an aspect ratio (height / length) of one or less are considered to exhibit non-ductile behavior due to the possibility of a premature shear failure. Considerable research has been carried out on tall cantilever shear walls (walls with height-to-horizontal length ratio greater than one). Information available adequately describes the behavior of high-rise walls. It is known that decreasing the height-to-horizontal length ratio of shear walls increases shear strength[2]. However, the extent of this increase in strength was not known. Also, the contribution of vertical and horizontal web reinforcement to shear strength was not fully understood.

Only a limited work is relevant to shear resistance of such squat shear walls, especially, walls with boundary elements[2,7]. In addition, no satisfactory theoretical methods and design procedures are yet available to predict the behavior of squat shear walls and to assist the engineer in avoiding the undesirable consequences associated with shear failure[3, 4, 5, 6].

The present study is intended to give important insight into the shear behavior of low-rise structural walls. It is aimed to study the hysteretic behavior and to examine whether ductility of squat shear walls with boundary elements can be attained under reversed cyclic loading. The experimental program included six shear walls of one third scale of the full size prototype. The principal variables considered are the height-to-length ratio of the wall ( $H/L$ ), the amount of wall flexural reinforcement, the presence of diagonal

reinforcement, and finally the width of boundary elements (b). Table(1) lists the overall dimensions of the walls and the ranges of the investigated parameters. The walls have been fabricated and tested in the Concrete Research Laboratory at Faculty of Engineering, Cairo University.

Table 1 - Details of test specimens

Specimen No.	$f_{cu}$ kg/cm <sup>2</sup>	Wall		Edge Column.	Reinforcement			
		H (cm)	L (cm)	b (cm)	Col. $\rho_c$ %	Wall		
						$\rho_v$ %	$\rho_h$ %	$A_{sd}$ (cm <sup>2</sup> )
WF - 1	260	80	80	16	1.56	.525	.525	0.00
WF - 2	280	80	80	16	1.56	.938	.525	0.00
WF - 3	320	80	80	16	1.56	.525	.938	0.00
WF - 4	300	80	80	16	1.56	.781	.438	1.56
WF - 5	280	60	80	16	1.56	.525	.438	0.00
WF - 6	295	80	80	24	1.17	.938	.525	0.00

### SPECIMENS DETAILS AND TEST PROGRAM

Six specimens of approximately one-third scale representing low-rise shear walls with boundary elements were tested. The walls were designated as WF-1, WF-2, WF-3, WF-4, WF-5, and WF-6, and they were designed according to ACI 318-95 Building Code[1].

The reinforcement details of the different walls are shown in fig.(1). Normal weight concrete, having a design compressive strength  $f_{cu}$  of 250 kg/cm<sup>2</sup> was used for the specimens in this investigation. Concrete mix was of proportion 1 : 2.425 : 4.503 by weight. The water cement ratio was 0.60. Ordinary portland cement content of 300 kg/m<sup>3</sup> was used. The coarse aggregate had a maximum nominal size of 1.5 cm. The average

\* Lecturer, Structural Engineering Department, Cairo University.

conditions to check their durability. The one repair mortar tested in this project was less carbonation resistant than the control sand-cement mortar. It may be that a different curing regime was needed to obtain the full potential of this repair mortar. The researchers are now seeking the manufacturers advice in this

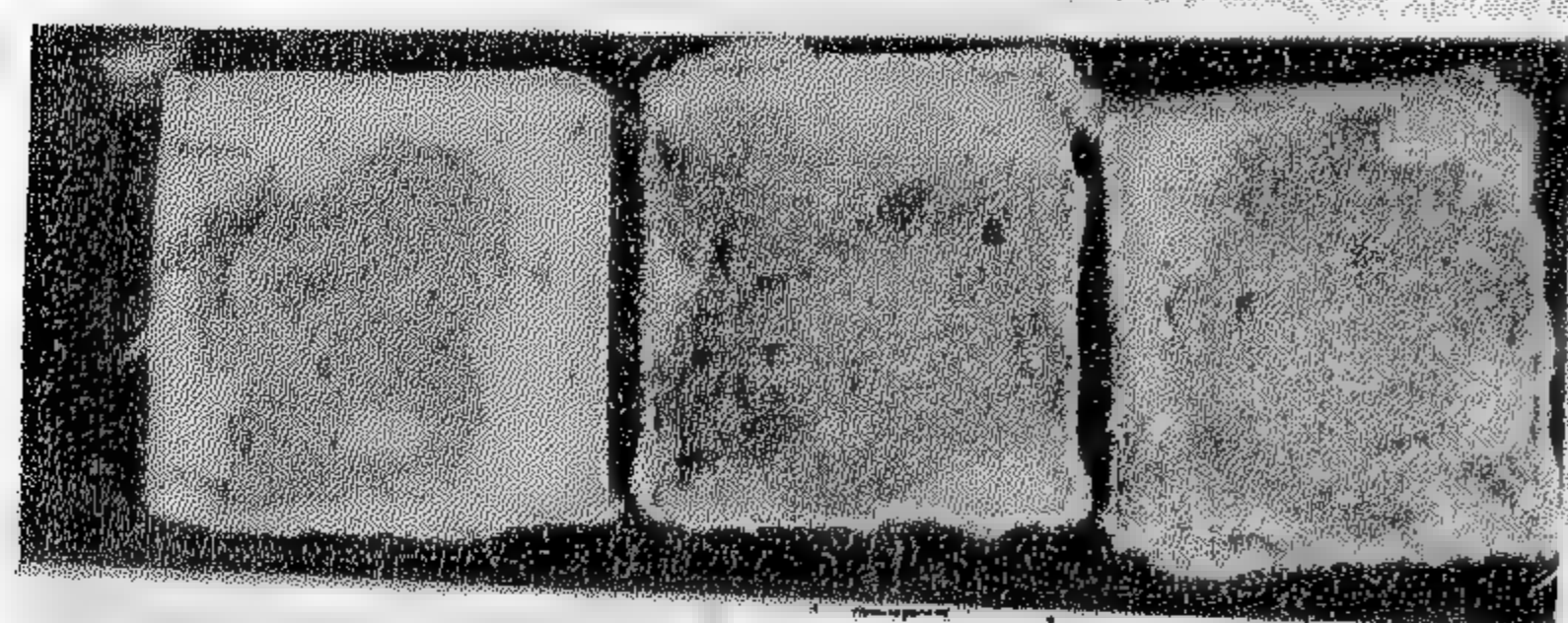
respect. Other repair systems are being tested and the results are promising. The performance of a repair mortar in relation to carbonation is not the most important criteria in some situations (especially if a coating is to be applied). Properties such as adhesion, shrinkage, thermal changes should also be considered.

## 8. REFERENCES

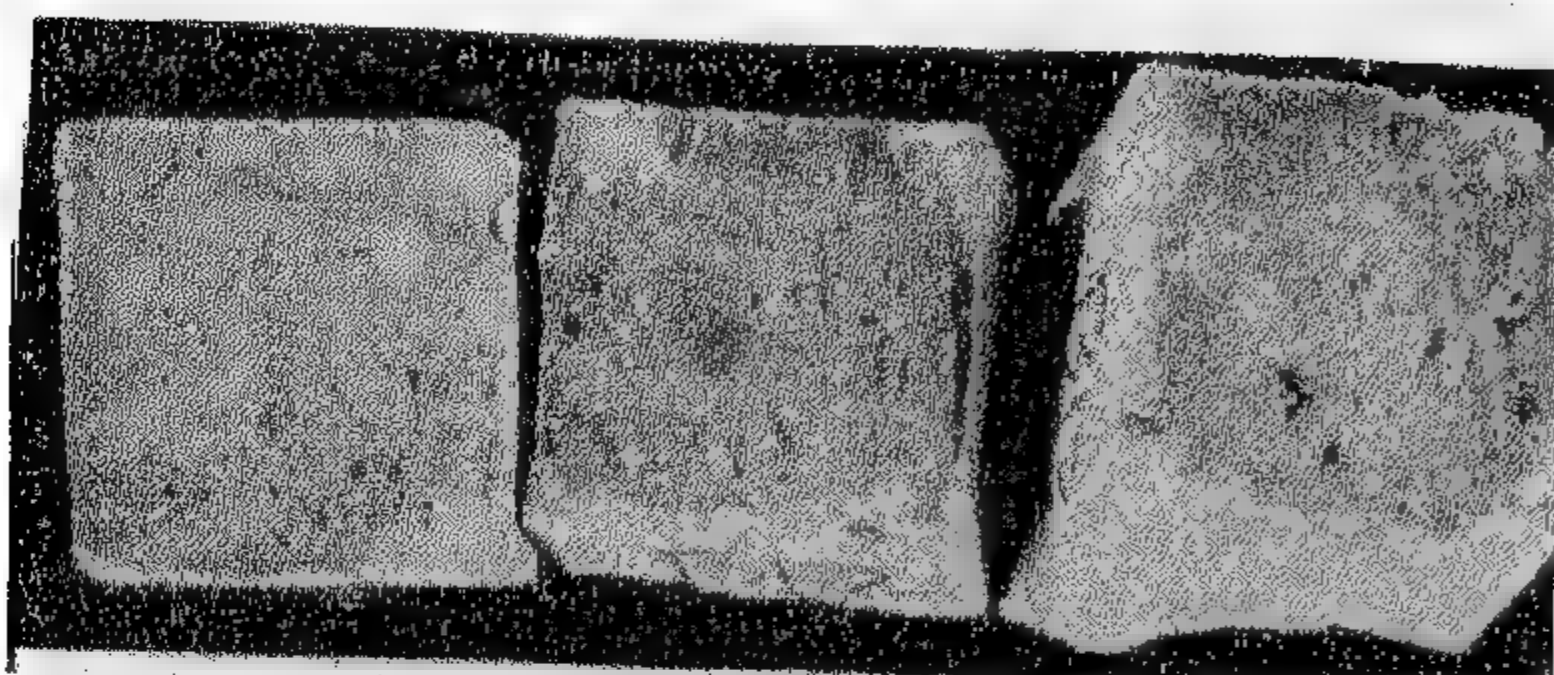
- 1- Treadaway, K.W.J, "Durability of Steel in Concrete", *Proceedings, Symposium on Corrosion of Steel Reinforcement in Concrete, Society of Chemical Industry, London, 1979, pp. 1-14.*
- 2- Neville, A.M., "Corrosion of Reinforcement", *Concrete (UK), June 1983, pp. 48-50.*
- 3- El Sayed, H.A., "Case Study of an Early Failure of a Construction Due to Reinforcement Corrosion", *Durability of Building Materials, Amsterdam, 1985, pp. 23-34.*
- 4- Gouda, V.K., and Monfore, G.E., "A Rapid Method for Studying Corrosion Inhibition of Steel in Concrete", *J. PCA Res. Dev. Lab., 1965, 7:24-31.*
- 5- Gouda, V.K., and Halaka, W.Y., "Corrosion and Corrosion Inhibition of Reinforcing Steel : II Embedded in Concrete", *British Corrosion Journal, 1970, 5: 204-208.*
- 6- Knofel, D., "Corrosion of Building Materials", *Van Nostrand Reinhold, New York, 1975, pp. 25.*
- 7- Haynes, J.M., "Stainless Steel Reinforcement", *Civil Engineering, August 1984, pp. 23, 27-28.*
- 8- Klopfer, H., "The Carbonation of External Concrete and How to Combat It", *One Day Seminar on the Repair of Concrete Structures, Imperial College of Science and Technology. 11 November 1981.*
- 9- Neville A.M. "Why We Have Concrete Durability Problems". *ACI SP 100, Vol. 1, 1987, pp. 21-30.*



be used as a decorative coating, while C2 and C3 are colored coatings and can be used for decoration as well as for protection. C1, however, has the advantage of the ease of tool cleaning after coating.



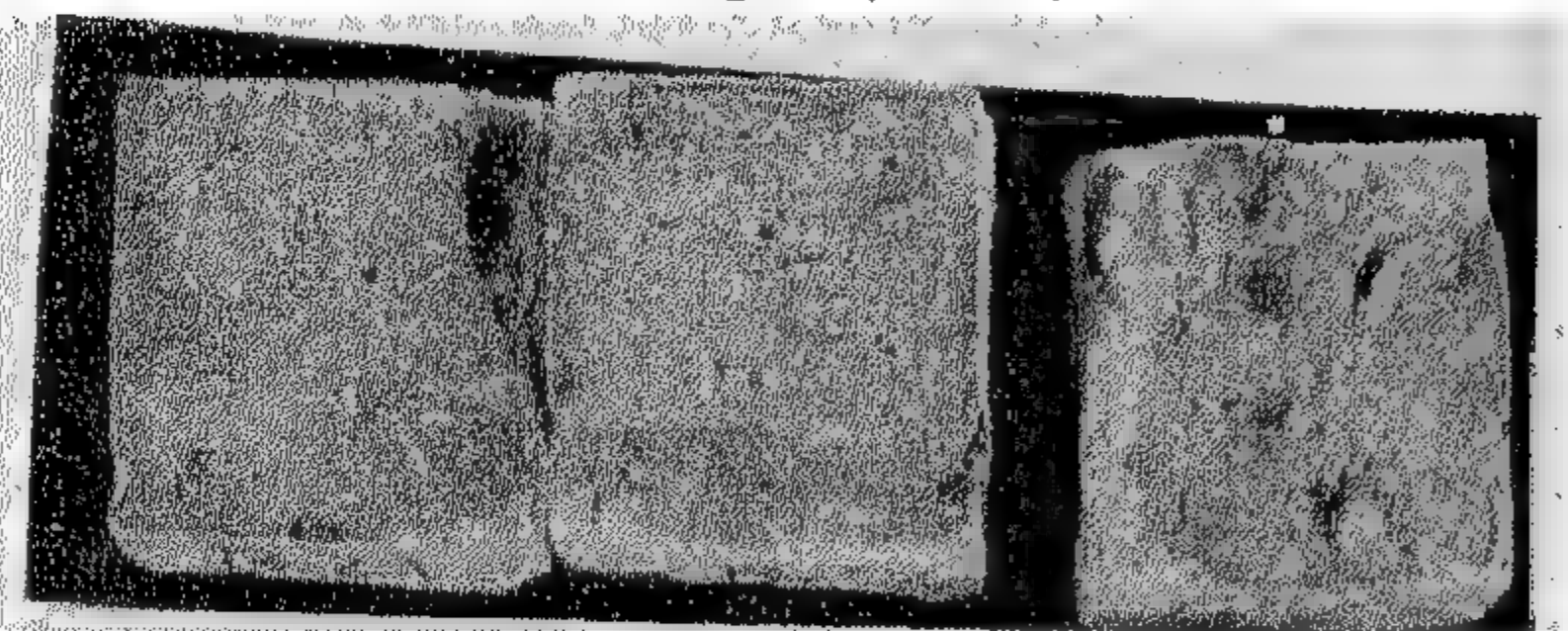
Coating C1



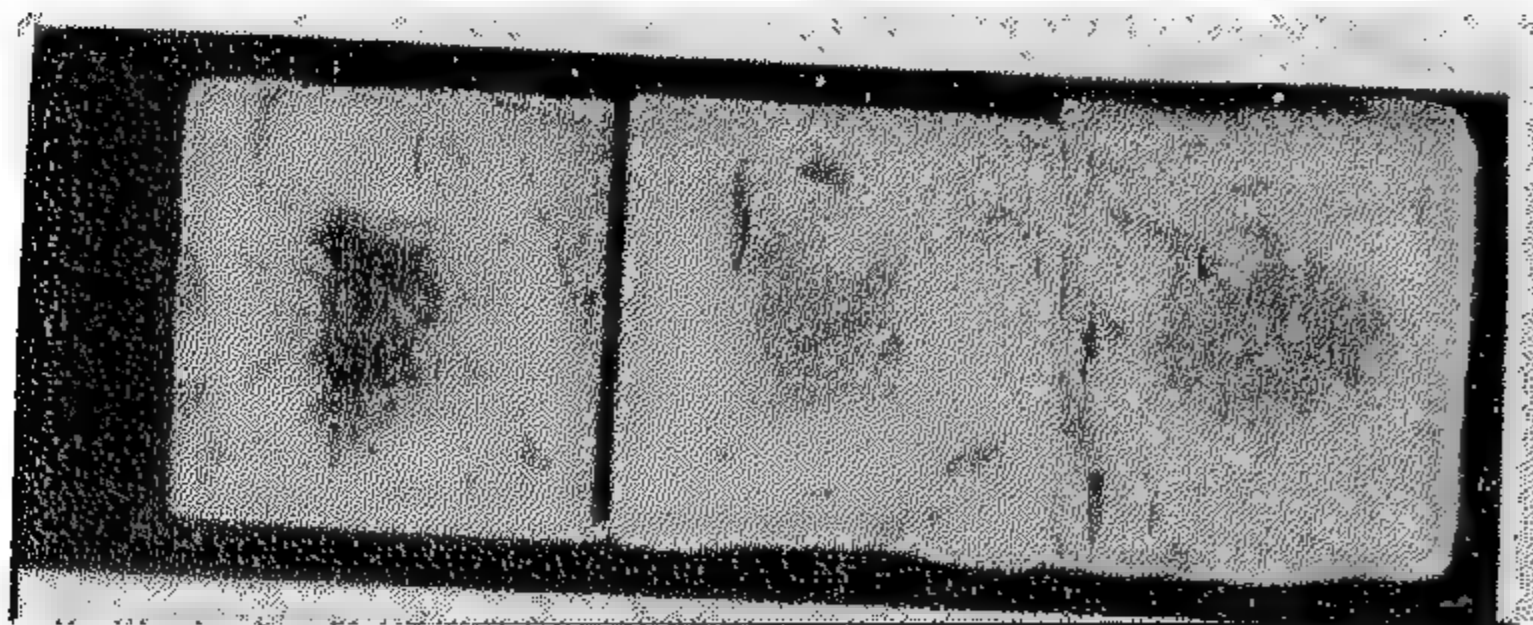
Coating C2



Coating C3 (1 coat)



Coating C3 (2 coats)



Control specimens

Fig. 3- Specimens of the surface coating investigation after exposure to  $\text{CO}_2$  gas for 26 days

## 6.2 Test Results for the Repair Mortars Investigation

The test results are shown in Figure 4. A photograph for the specimens after an exposure period of 14 days is shown in Figure 5. The results indicate that the control mortar is more resistant to the diffusion of  $\text{CO}_2$  gas than the commercial repair system.

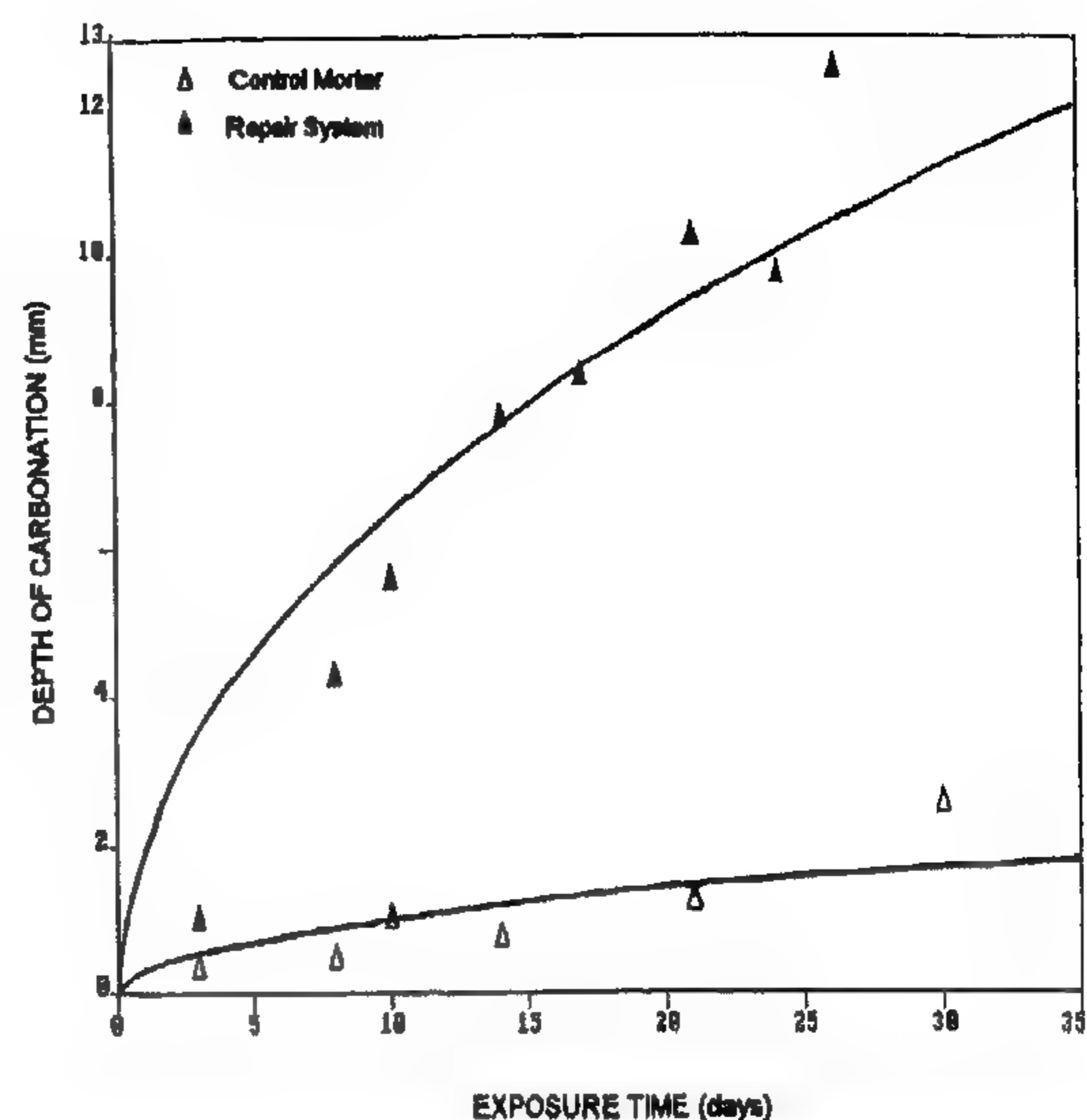
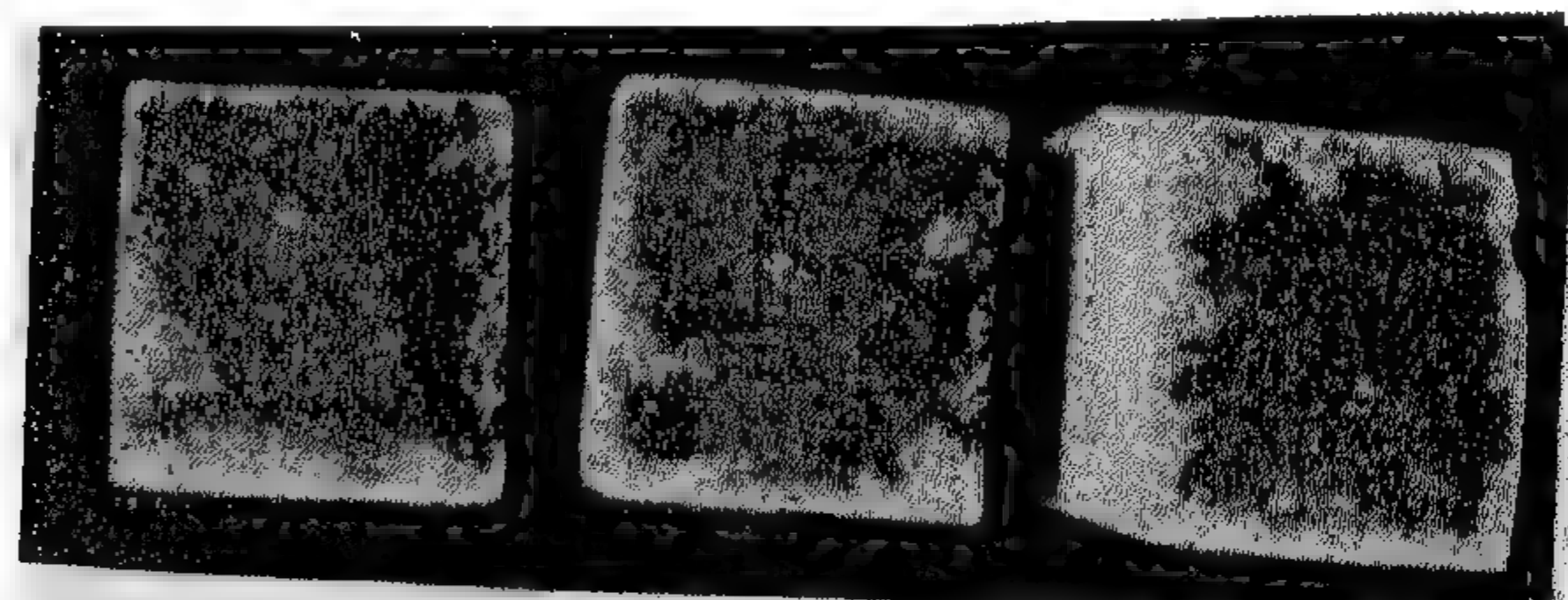
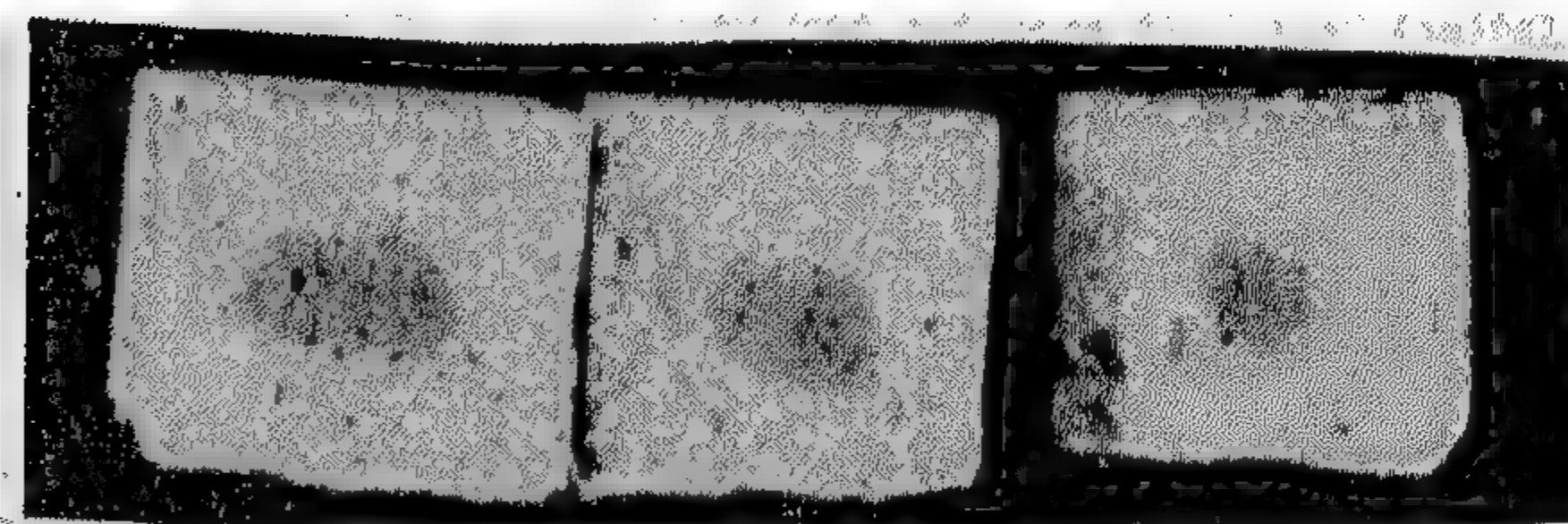


Fig. 4- Depth of carbonation vs. exposure time for the repair mortars investigation



Control mortar



Repair system

Fig. 5 - Specimens of the repair mortars investigation after exposure to  $\text{CO}_2$  gas for 14 days

To compare the relative depths of carbonation experienced by the specimens consider an exposure period to  $\text{CO}_2$  gas of 26 days. For this exposure period, the control specimens had a depth of carbonation of 1.57 mm, while the repair system had a depth of carbonation of 10.45 mm. The latter is 6.7 times greater than that experienced by the control specimens.

## 7. CONCLUSION, FUTURE RESEARCH, AND RECOMMENDATIONS

The application of a suitable surface coating with sufficient number of coats is effective in reducing the rate of carbonation as was demonstrated by the results of this investigation. In a future phase of this research project, coatings will be tested under outdoor exposure



successive coats in accordance with the manufacturers recommendation. The specimens were then left to dry in the laboratory for 1 day before placing in the carbonation chamber.

#### 4.2 Preparation of Test Specimens for the Repair Mortars Investigation

The OPC (control) or the dry part of the repair system was mixed with sand thoroughly. Water or the liquid part of the repair system, respectively, was then added and mixing continued until uniformity was achieved. The specimens were cast in moulds with internal dimensions 25 x 25 x 300 mm then kept under wet burlap for 24 hours. The demoulded specimens were cured in water for 7 days before being placed in the carbonation chamber. A group of 3 specimens were prepared for each of the cement - sand mortar and the repair system.

#### 5. APPARATUS AND TEST TECHNIQUE

The carbonation chamber is shown in Figure 1. It is a perspex box measuring 400 x 700 x 900 mm provided with a removable cover measuring 350 x 450 mm on the top side for handling the test specimens. CO<sub>2</sub> gas enters the chamber from a gas cylinder and is distributed by two rectangular copper pipes fixed to the internal top side of the chamber. For the carbonation reaction to proceed rapidly, the relative humidity RH% should be between 50 and 70%. The relative humidity inside the chamber was measured twice daily and regulated by passing CO<sub>2</sub> gas through a water flask before entering the chamber if the humidity was low. Alternatively Sodium Sulfate granules were placed inside the chamber if the humidity was high.

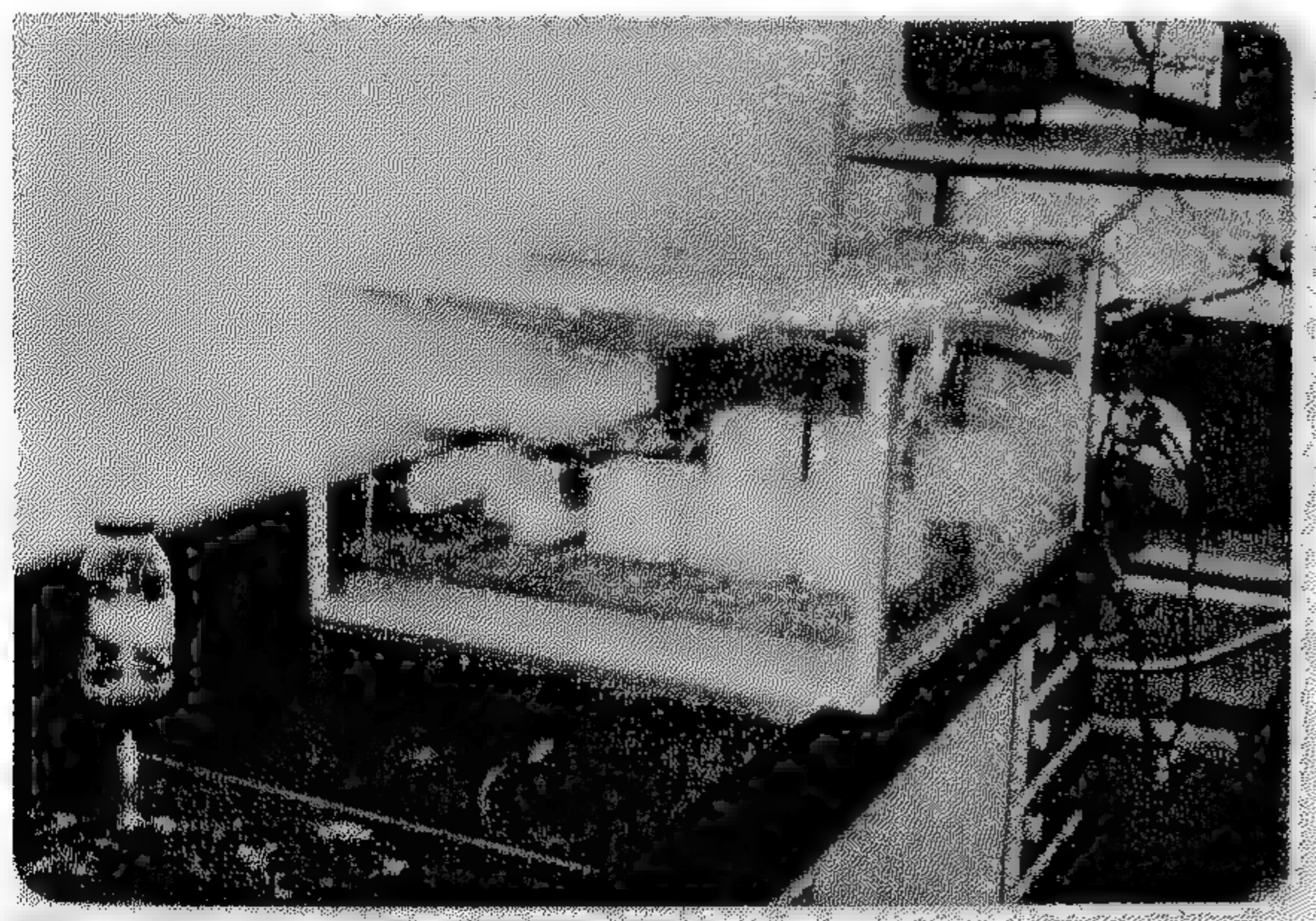


Fig. 1- The carbonation chamber

At various intervals the test specimens were taken out of the carbonation chamber and sliced transversely using a compression testing machine to expose an

internal surface for carbonation depth measurements. The remaining part of each specimen was immediately returned to the carbonation chamber whilst the internal surface of the slice was sprayed with phenolphthalein solution to reveal the non carbonated core (turns pink). The depth of carbonation was measured on all sides of the slice and averaged for each specimen then for all specimen in a group.

#### 6. RESULTS AND DISCUSSION

##### 6.1 Test Results for Surface Coatings Investigation

The test results are shown in Figure 2. Photographs for specimens exposed to CO<sub>2</sub> gas for a period of 26 days are shown in Figure 3. The results indicate that the application of surface coatings will reduce the rate of concrete carbonation. C2 coating was found to be the most efficient in this respect. This may be due to the fact that three coats were used, as recommended by the manufacturer (i.e. a primer and two top coats). It was found that two coats of C3 are about 3.5 times more resistant to CO<sub>2</sub> gas diffusion than only one coat.

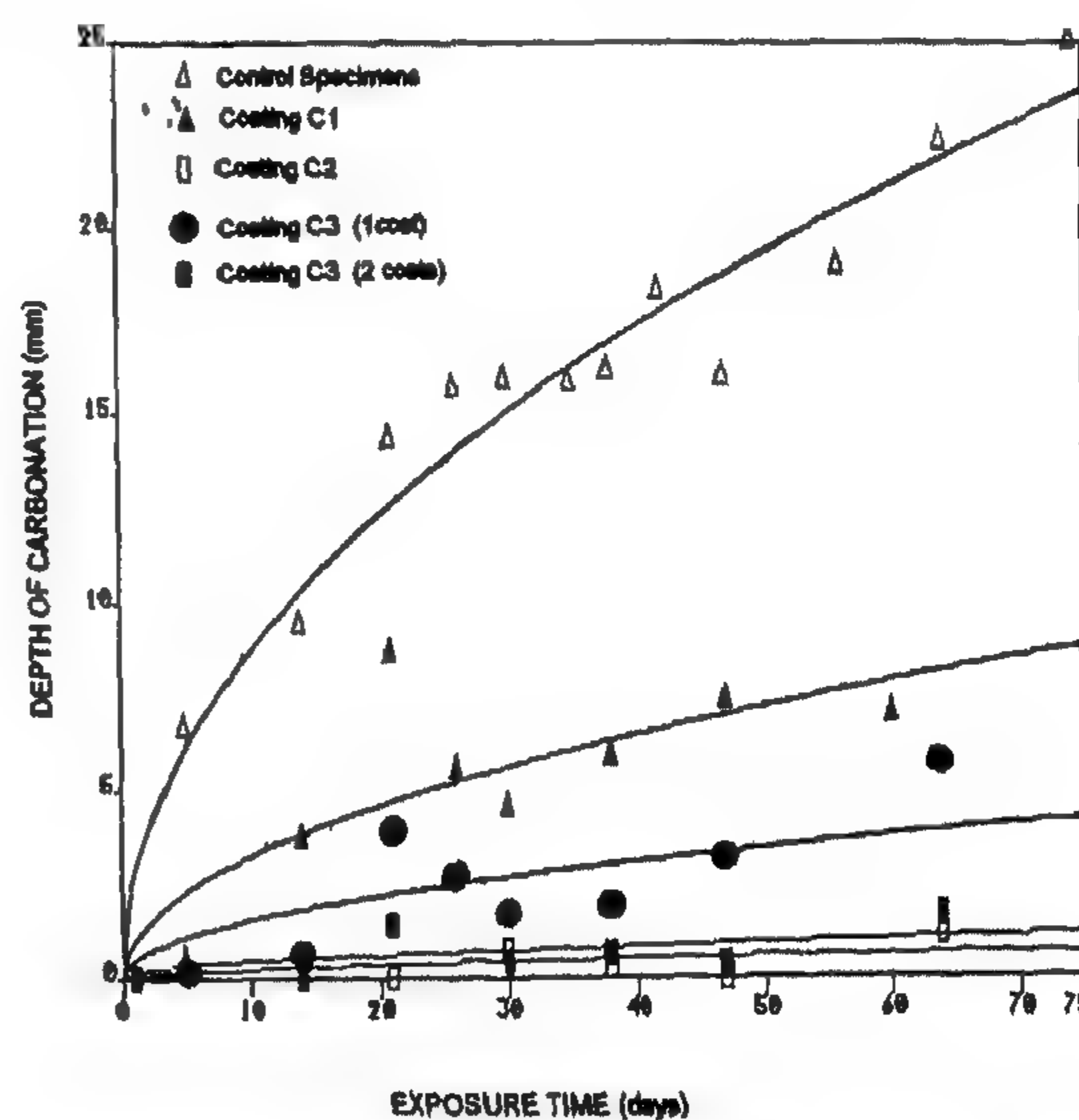


Fig. 2- Depth of carbonation vs. exposure time for the surface coatings investigation

To compare the relative depths of carbonation, consider an exposure period to CO<sub>2</sub> gas of 60 days. For this exposure period, the control specimens had a depth of 21.23 mm, while those coated with C1, C2, C3 (one Coat) and C3 (two Coats) had depths of carbonation of 7.95, 0.61, 3.81 and 1.05 mm, respectively. These depths were 37.4, 2.9, 17.9 and 4.9% of the depth experienced by the control specimens, respectively.

It should be noted that the appearance of the coatings was different. C1 is a transparent coating that shows all the surface defects of concrete, thus it cannot



coatings or repair mortars are assessed to ensure their suitability.

The objective of the work reported herein is to study the effect of some commercially available surface coatings and a repair mortar on the rate of concrete carbonation. A simple carbonation chamber is described which facilitates carrying out tests with little cost. The results constitute a pilot into using the technique.

### 3. MATERIALS

#### 3.1 Cement

Locally produced Ordinary Portland Cement (OPC) according to the Egyptian Standards was used throughout the investigation.

#### 3.2 Fine Aggregates

Natural sand was used in preparing the test specimens. The sand was washed using tap water, then oven dried at 90° C for 72 hours. Sieve analysis is shown in Table 1 and other properties are shown in Table 2.

#### 3.3 Coarse Aggregates

Crushed gravel having a maximum size of 10 mm was used. The preparation of the gravel was similar to that of the sand. Sieve analysis is shown in Table 3 and other properties are in Table 2.

Table 1- Sieve analysis for fine aggregates

Sieve size (mm)	% Retained	Cummulative % retained	% Passing
4.75	0.00	0.00	100.0
2.36	0.00	0.00	100.0
1.18	5.00	5.00	95.0
0.60	16.00	21.00	79.0
0.30	52.00	73.00	27.0
0.15	23.00	96.00	4.0
pan	4.00	100.00	0.0
Total	100.00	F.M. = 1.95	

Table 2- Properties of fine and coarse aggregates

Property	Fine aggregates	Coarse aggregates
Water content (%)	0.073	0.065
Apparent specific gravity	2.89	2.68
Gross specific gravity	2.84	2.62
Absorption (%)	0.91	1.36
Dry unit weight ( Kg/m <sup>3</sup> )		1340

Table 3- Sieve analysis of coarse aggregates

Sieve size (mm)	% Retained	Cummulative % retained	% Passing
9.50	1.00	1.00	99.00
4.75	88.00	89.00	11.00
2.36	11.00	100.00	0.00
Total	100.00		

#### 3.4 Water

Tap water was used for mixing and curing test specimens.

#### 3.5 Surface Coatings

Three brands of surface coatings were used. The first, which will be referred to as C1, is a Styrene Butadiene latex manufactured in the UK. The second coating (C2) is an Ethylene copolymer dispersion. It is claimed to be an elastic crack-bridging protective coating and consists of primer and top coat. The third coating (C3) is a cosmetic coating with protective properties. Both C2 and C3 are manufactured in Germany.

#### 3.6 Repair Mortars

Two repair mortar mixes were tested. The first was a control sand-cement mortar with the following proportions: OPC : Sand : Water = 1 : 2.75 : 0.5. The second was a resin modified hydraulically reacting mortar system manufactured in the UK. The system was supplied in two parts, dry and liquid. The repair mortar was mixed in accordance with the manufacturer's recommendations and the proportions were Dry: Sand : Liquid = 1 : 2 : 4.

### 4. PREPARATION OF TEST SPECIMENS

#### 4.1 Preparation of Test Specimens for Surface Coatings Investigation

The mix proportions for the concrete specimens, which were to be treated with the surface coatings, were Water : OPC : Sand : Gravel = 0.7 : 1 : 3 : 2. The mixing was carried out by hand. The aggregates were mixed first, followed by OPC then water. The mix was left to stand for two minutes then remixed. Moulds with internal dimensions 50 x 50 x 300 mm were used in casting the specimens. The moulded specimens were kept under wet burlap and polythene sheets for 24 hours. The demoulded specimens were cured in water for 3 days and then left to dry in the laboratory for 2 hours. The specimens were divided into groups of three. The groups were either left without any coatings (control), coated with 2 coats of C1, coated with a primer and 2 top coats of C2, coated with 1 or 2 coats of C3. Suitable time intervals were allowed between

## A STUDY OF SOME NEW CARBONATION RESISTANT MATERIALS

By  
Hanaa I. El Sayad\*

### 1. ABSTRACT

The repair of carbonated concrete or the prevention of concrete carbonation is a major concern to practitioners. If concrete in a particular environment suffers serious damage due to carbonation, then it must be replaced by a superior substance or protected from further CO<sub>2</sub> ingress. New "carbonation resistant" materials are being introduced to the market every day. It is important that engineers investigate these materials prior to use to ensure their suitability for the application in question. The work reported here examines the performance of three commercial surface coating and a repair mortar. The results are applicable to the materials tested only and are part of a long term research project.

### 2. INTRODUCTION

Generally, steel is well protected from corrosion when embedded in concrete. The protection conferred by the concrete cover comes in two ways, chemical resulting from the formation of an alkaline environment, and physical by providing a barrier to prevent ingress of moisture, oxygen and acidic gases and aggressive anions (1,2). The liquid phase in concrete is highly alkaline with pH value of 12 to 13 (3). It was shown (4,5) that complete protection for the reinforcement is obtained when the pH value is greater than 11.5 in the absence of aggressive ions such as Cl<sup>-</sup>, (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>, and S<sup>2-</sup>, this critical pH value is increased linearly with the logarithm of aggressive ion concentration according to:

$$\text{pH} = a + b \log c$$

where a and b are constants and c is the concentration of the aggressive ion (6).

**Keywords:** Concrete, Carbonation, Coating, Repair, Corrosion.

The pH value of the concrete drops when calcium hydroxide (free lime) is removed from the pore solution by the process of the reaction of calcium hydroxide with atmospheric CO<sub>2</sub> (i.e. carbonation). In chemical symbols the process is as follows:



In the middle east, a carbonation depth of 70 mm has been measured (7) after 12 years, and 15-20 mm depth after 7 years of exposure.

Carbonation and the resulting reinforcing steel corrosion have become wide spread recently, because of the following reasons:

- 1- Only since 1950 concrete was used extensively as external concrete, previously it was always covered with other layers.
- 2- Engineers have been using the values for reinforcement cover given in the codes as mean values, while they are actually minimum recommended values.
- 3- The increased air pollution problems resulting in an increase in CO<sub>2</sub> and aggressive ions concentration in the atmosphere (8).
- 4- Advances in cement manufacturing processes have lead to the use of lower cement contents and more slender cross sections (9).

It can be assumed (7) that the carbonation of concrete from the point of view of the protection of reinforcing steel will be delayed to an adequate extent if the diffusion resistance to CO<sub>2</sub> of surface coating that is to be applied is increased. If unfortunately carbonation proceeds and reinforcement corrosion takes place in a particular environment, then carbonated concrete should be removed and replaced with superior material (referred to here as repair mortar) after cleaning and if necessary the damaged steel is replaced or enforced with additional bars. It is important that these surface

---

\* Lecturer, Civil Engineering Dept., Cairo University, Fayoum Branch.



## CONTENTS

### • ARABIC SECTION

- **International Petroleum Market Situation Crises, Results, and How to Deal with**  
Dr. Hamdi El-Banbi ..... 3
- **Designing with Behavior Settings (5) Evaluation of a Public Space Design**  
Dr. Ahmed M. Salah Eddin Ouf ..... 9
- **Municipalities**  
Prof. Dr. A. Kh Allam ..... 15
- **Dampness Sources and their Effects on Buildings**  
Dr. Medhat M. El-Shazly ..... 16
- **Dual Physical Settlements: Light & Energy - Urban & Rural - Peace & War - Artifice & Institutions**  
Prof. Dr. A. Kh Allam ..... 25

### • ENGLISH SECTION

- **A Study of Some New Carbonation Resistant Materials**  
Dr. Hanaa I. El Sayad ..... 3
- **Cyclic Behavior of R. C. Low-Rise Shear Walls with Boundary Elements**  
Dr. Akram M. Torkey ..... 8
- **Non-Linear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Deep Beams with Web Openings**  
Eng. Wael A. Zaatar  
Eng. Mohamed A. Ali  
Dr. Adel G. EL-Attar ..... 13
- **Mpwwr Water Quality Monitoring and Management Programs**  
Dr. Safwat Abdel - Dayem  
Dr. Mahmoud Abu Zeid ..... 20
- **Desalination: Still An Expensive Alternative for Egypt**  
Dr. Maha Tawfik ..... 28
- **The Implicit Role of Land Grid in Urban Development Process**  
Dr. Omar Mohamed El-Hosseiny ..... 33

- **Human Motivation and Education in Community Development**  
Dr. Eman Hanim Afifi ..... 40
- **Optimum Sizing of Storage Facilities Used in PV / Wind Autonomous System**  
Dr. Fadia M.A. Ghali  
Dr. M. M. Abd El Aziz  
Dr. F.A. Syam ..... 47
- **Realization of Controllers for DC and Vector Controlled Induction Motors**  
Dr. Farouk Ismail  
Dr. Osama Mahgoub  
Dr. Hisham El Khashab  
Dr. Ahmed Oshiba ..... 52
- **Design Charts For Solar Collectors For Heating of Outdoor Swimming Pools in Egypt**  
Dr. Wagih H. Tadros  
Dr. Mohamed A. Eissa ..... 59
- **Laboratory Study on Activating the Indigenous Microorganisms to Enhance the Oil Recovery**  
Dr. A. A. Abdel-Waly ..... 66
- **Pour Point Depression of Waxy Distillate and Fuel Oil Via Visbreaking**  
Dr. R.M. Habib  
Dr. M. El- Emary  
Dr. Y. Barakat  
Dr. F.M. Ebeid ..... 74
- **Performance Assessment of Wastewater Treatment Plant Producing Effluent for Irrigation**  
Dr. Fatma A. El-Gohary  
Dr. Fayza A. Nasr  
Dr. S. El-Hawaary ..... 81
- **Hydraulic Fluids Compositions with Improved Properties**  
Dr. S. F. El-Houssamy ..... 86
- **Digital Control For Traction Systems Using IGBT Inverter**  
Dr. A. A. Heggo ..... 91

# JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 35 ISSUE No. 4 - 1996

ISSN 1110 - 1253

## EDITORIAL BOARD

Editor - in - Chief

Dr. EL-HEFNAWI, M.

Treasurer and Gen. Sec.

Dr. ABD EL-HALIM, A.R.

## Members:

Dr. ABDEL-GAWWAD, T.

Dr. ABUZEID, M.

Dr. ALLAM, A. K.

Dr. AMER, H.

Dr. EL-ADAWY NASSEF, M.

ENG. EL-ASFOURY, A.M.

Dr. EL-HASHIMY, M.M.

Dr. EL-SOBKY, S.

Dr. HAWWAS, M. ZAKI.

Dr. SELIM, M.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

- \* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
- \* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
- \* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
- \* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
- \* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
- \* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
- \* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
- \* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

## Yearly Subscriptions

### Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

### Abroad

Individuals	75 US \$
Organisations	500 US \$













